

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1938

THÈSE

N°

668

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Nevill POZZI

Né le 18 Novembre 1910, à PARIS (Seine)

Les
maladies professionnelles
des arco-soudeurs

Président : M. BALTHAZARD, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1938

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1938
—

THÈSE

N°
—

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Nevill POZZI

Né le 18 Novembre 1910, à PARIS (Seine)

Les
maladies professionnelles
des arco-soudeurs

Président : M. BALTHAZARD, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

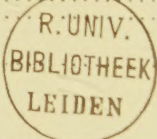
—
1938

I. — Professeurs

Anatomie	MM.
Physiologie	ROUVIERE.
Physique médicale	Léon BINET.
Chimie médicale	STROHL.
Bactériologie	POLONOVSKI.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	Robert DEBRE
Pathologie médicale et générale	BRUMPT.
Pathologie médicale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	ABRAMI.
Anatomie pathologique	CHEVASSU.
Histologie	LEROUX.
Pharmacologie et matière médicale	CHAMPY.
Thérapeutique	TIFFENEAU
Hygiène et médecine préventive	HARVIER.
Médecine légale	TANON.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	BALTHAZARD.
	LAPINEL.
	LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	CHIRAY.
	LOEPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	Marcel LABBE
	CLERC.
Hygiène et clinique de la première enfance	IEREBoullet
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux	GULLAIN.
Clinique des maladies infectieuses	LEMIERRE.
	CUNEO.
Clinique chirurgicale	GOSSET.
	GREGOIRE.
Clinique ophtalmologique	ENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	LEVY-SOLAL.
	COUVELAIRE.
Clinique gynécologique	JEANNIN.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	MOCCUOT.
Clinique thérapeutique médicale	OMBREDANNE
Clinique oto-rhino-laryngologique	RATHERY.
Clinique thérapeutique chirurgicale	LEMAITRE.
Clinique propédeutique	Pierre DUVAL
Clinique de la Tuberculose	VILARET.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	BEZANCON.
Clinique cardiologie	MATHIEU.
Assistance médico-sociale	LAUBRY.
	CROUZON.
Professeurs sans chaire	HOVELACQUE
	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — Agrégés en exercice

MM.	MM.
AMELINE	DE GAUDART
BARIETY	D'ALLAINES .. Pathologie chirurgicale
BENARD Henri	GAYET
BERNARD Et.	DE GENNES .. Pathologie médicale.
BESANCON (J.)	GIROUD
BOULIN	HAGUENAU .. Pathologie médicale.
BULLIARD	HALPHEN
CATHALA	HAZARD
COSTE	HUGUENIN .. Anatomie pathologique
CHEVALLIER	JOANNON
DUGNON	LACOMME
FONCK-	LANTUEJOL ..
BRENTANO ...	LAROCHE Guy. Pathologie médicale.
FEY	LAVIER
GAILLARD	LELONG
GASTINEL	



MM.	
LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
LEVY (M ^{re} J.) ..	Pharmacologie.
LEVY-VALENSI ..	Neurologie et Psychiatrie.
MENEGAUX	Pathologie chirurgicale.
MOLLARET	Pathologie médicale.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET..	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN	Pathologie médicale.
PETIT- DUTAILLIS	Pathologie chirurgicale.

MM.	
PIEDELIEVRE..	Médecine légale
PORTES	Obstétrique.
RENARD (L.) ..	Ophthalmologie.
RICHET	Physiologie.
SANNIE	Chimie biologique.
SENEQUE	Pathologie chirurgicale
TROISIERS	Pathologie expérimentale
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.	
ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY- BERT	Physiologie.

MM.	
LARDENNOIS ..	Pathologie chirurgicale
VAUDESCAL ...	Obstétrique
LE LORIER ...	Obstétrique.
SCHWARTZ ...	Pathologie chirurgicale

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.	
ALAJOUANINE..	} Clinique médicale
AUBERTIN	
FRULE	
CHABROL	
DONZELOT	
DUVOIR	
LIAN	
PASTEUR	
VALLERY- RADOT	
SEZARY	

MM.	
BASSET	} Clinique chirurgicale
BROCC	
CADENAT	
GATELLIER ...	
MOURE	
QUENU	
VELTER	
ECALLE	} Clinique obstétricale
METZGER	

V. — Chargés de cours

MM.	
CHAILLET-BERT, agrégé	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MON PERE

A MA MERE

Trop faible témoignage d'infinie
reconnaissance pour tous les sacri-
fices qu'ils se sont imposés pour moi,
et de profond amour filial.

A MON ARRIERE GRAND-PERE

LE PROFESSEUR THOMAS ASHCROFT

Chirurgien du Roi

Membre du Royal College of Surgery

In memoriam.

A MES GRANDS-ONCLES

LE PROFESSEUR LABOULBENE

Professeur à la Faculté de Médecine

Membre de l'Académie de Médecine

Membre de l'Institut

In memoriam.

LE PROFESSEUR ADRIEN POZZI

Officier de la Légion d'honneur

Directeur honoraire de l'Ecole de Médecine de Reims.

A MON ONCLE
LE PROFESSEUR SAMUEL POZZI

*Grand' Croix de la Légion d'Honneur
Professeur à la Faculté de Médecine
Chirurgien de l'Hôpital Broca
Membre de l'Académie de Médecine*

In memoriam.

A MONSIEUR LE DOCTEUR L. SEGAUX
Ophthalmologiste honoraire de l'Hôpital Péan

Témoignage d'affectueux attachement.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE DOYEN BALTHAZARD

*Officier de la Légion d'honneur
Professeur à la Faculté de Médecine de Paris
Directeur de l'Institut médico-légal
Membre de l'Académie de Médecine*

Qui nous a fait le grand honneur
d'accepter la présidence de cette thèse.

Hommage très respectueux.

A NOTRE MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR DUVOIR

*Officier de la Légion d'Honneur
Médecin de l'Hôpital Saint-Louis
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine*

Qui nous a guidé dans le choix de
cette thèse et qui dans notre travail
nous a été d'un grand conseil.

Toute notre respectueuse reconnaissance.

A MON MAITRE
MONSIEUR LE PROFESSEUR ROUVIERE

*Officier de la Légion d'Honneur
Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine
Membre de l'Académie de Médecine*

Qui nous a si souvent prodigué les
preuves de son agissante bonté.

Respectueux témoignage de reconnaissance et d'affectueux dévouement.

A MON MAITRE
MONSIEUR LE DOCTEUR MAURICE AUVRAY

*Officier de la Légion d'Honneur
Chirurgien honoraire des Hôpitaux de Paris
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine
Membre de l'Académie de Médecine*

Hommage respectueux et reconnaissant.

A MON MAITRE ET VENERE AMI
MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS QUEYRAT

*Officier de la Légion d'Honneur
Médecin de l'Hôpital Cochin*

Qui le premier, nous fit connaître
la beauté et les servitudes de la médecine.

In memoriam.

A NOTRE MAITRE
MONSIEUR LE PROFESSEUR PROUST

*Professeur à la Faculté de Médecine
Chirurgien de l'Hôpital Broca*

In memoriam.

A NOTRE VENERABLE AMI
MONSIEUR LE DOCTEUR GAILLARD

Témoignage de notre respectueuse
affection.

A MON AMI
MONSIEUR LE DOCTEUR GUY HAUSSER

Qui m'a inspiré cette thèse et prodigué ses conseils éclairés.

Toute notre amitié reconnaissante.

A MES AMIS ET CONFRERES
DE L'INSTITUT MÉDICO-LÉGAL
et de
L'INSTITUT D'ETUDES DES MALADIES PROFESSIONNELLES

A NOS MAITRES DES HOPITAUX

LE PROFESSEUR CARNOT
LE PROFESSEUR CUNEO
LE PROFESSEUR GREGOIRE
LE PROFESSEUR PROUST, *in mémorian*
LE PROFESSEUR LÉON BERNARD, *in mémorian*
LE DOCTEUR RENÉ BENARD
LE DOCTEUR RAYMOND BERNARD
LE PROFESSEUR LEVY-SOLAL
LE DOCTEUR WEISSENBACH
LE DOCTEUR BOPPE
LE DOCTEUR BOLLACK

Internal :

LE DOCTEUR LUMIERE
LE DOCTEUR BERTRAND
LE DOCTEUR GOSSELIN
LE DOCTEUR MIGNOT

LES MALADIES PROFESSIONNELLES DES ARCO-SOUDEURS

*Il faut conserver la vie au travail ;
il faut rendre le travail inoffensif à
la vie.*

PUCCINOTTI

INTRODUCTION

Un des caractères les plus remarquables de l'évolution médicale contemporaine est l'extension sans cesse croissante de la pathologie du travail. Et ceci tient au fait que le développement de cette pathologie est lié aux progrès incessants de l'industrie moderne. De nouveaux métiers, de nouveaux produits, de récentes techniques, donnent un regain d'importance à d'anciennes maladies professionnelles ou révèlent des syndromes ignorés jusqu'ici.

Au point de vue social, le développement de ces maladies serait fort inquiétant, si leur connaissance même ne nous aidait à apporter le remède au mal, et si l'application des règles de l'hygiène du travail, jointes à la réalisation de nombreux perfectionnements techniques ne permettait de les faire disparaître, ou, pour le moins, d'en atténuer les dommages.

De sorte, que leur étude occupe actuellement, dans la réglementation et l'hygiène du travail, une place prépondérante.

Les mesures légales ne vont cependant jamais aussi vite que les événements. C'est ainsi, qu'alors que depuis de longues années la loi indemnise certains accidents ou certaines intoxications professionnels, le Médecin du travail se trouve, à chaque instant aujourd'hui, en présence de maladies indubitablement pro-

fessionnelles, mais qui ne sont pourtant pas indemnisées, soit parce qu'elles sont dues à des techniques trop récentes pour avoir été envisagées par le législateur, soit parce que leurs manifestations et leurs conséquences sont encore mal connues.

En présence de ces faits, une décision s'impose : l'étude approfondie de ces nouveaux syndromes et la mise en lumière de leurs conséquences lointaines. Ceci, en vue surtout d'obtenir par une hygiène plus grande des ateliers et par l'emploi de produits moins nocifs une protection sanitaire efficace des travailleurs.

On déplore en particulier cette carence en ce qui concerne les risques professionnels des soudeurs à l'arc électrique. Ces risques sont encore à peu près ignorés de la plupart des médecins. Leur fréquence est pourtant grande, leurs conséquences souvent sérieuses et il y aurait un réel intérêt à ce qu'ils fussent plus connus. La soudure électrique a pris, en effet, ces dernières années, une importance considérable dans l'industrie métallurgique en raison de la diversité de ses applications et de la simplicité de son exécution. De sorte qu'actuellement, les soudeurs à l'arc se chiffrent par milliers et sont répandus dans toutes les régions industrielles du monde.

C'est dire l'importance de l'arco-soudure, et, corollairement, l'intérêt médico-social qu'elle présente au point de vue de la pathologie du travail. Effectivement, en contre-partie des avantages qui ont séduit l'industriel, sont apparues des manifestations pathologiques, véritable revers de la médaille, qui intéressent à juste titre, à la fois le médecin d'usine soucieux de protéger la santé de l'ouvrier, et le médecin légiste chargé, éventuellement, d'évaluer la réparation des dommages causés par le travail.

Ces troubles ont déjà attiré l'attention des cher-

cheurs. Ils n'ont encore été que fort peu étudiés en France, où l'on est frappé de la rareté et de l'indigence des travaux publiés, mais l'enquête a été menée d'une manière plus approfondie en Allemagne, en U.R.S.S., aux U.S.A., où les documents abondent.

Des communications ont été faites, des travaux isolés ont paru, mais aucune mise au point, aucun travail d'ensemble n'ont encore été tentés

A la vérité, d'aucuns ont nié les dommages causés par l'arco-soudure, et parmi ceux-ci se trouvaient même des médecins. Il est vrai aussi que d'autres voix des plus autorisées ont dénoncé et persistent à incriminer l'arco-soudure comme la cause de nombreux phénomènes pathologiques observés chez les soudeurs.

Où en est la question ? C'est ce que nous allons essayer de dégager dans les pages qui vont suivre, dans cette modeste étude d'une question en somme peu connue et jamais envisagée dans tout son développement.

Nous nous garderons toutefois, de tirer des conclusions catégoriques des faits qui vont être exposés et qui sont simplement d'observation : il appartient à de plus qualifiés que nous de le faire. Il appartient surtout à l'avenir de donner la solution finale de ces faits.

Pour nous, nous nous bornerons à exposer ce qui nous a été donné d'observer ou de recueillir de sources sûres; et nous essaierons de faire ressortir la nécessité de mesures de protection et d'hygiène du travail à assurer dans cette profession.

Dans l'étude d'une maladie professionnelle il est bon d'acquérir au préalable quelques notions techniques même superficielles. Ce principe pourrait à première vue sembler de peu d'intérêt; il est cependant fort utile pour la compréhension et l'explication des phénomènes pathologiques. Il présente, en outre,

l'avantage de familiariser avec certains mots techniques dont l'emploi est inévitable.

C'est pourquoi nous nous y sommes conformés pour adopter le plan suivant qui nous a semblé le meilleur :

1° Nous ferons d'abord une étude succincte des procédés de soudure électrique et des phénomènes sur lesquels elle est basée. Connaissant les grandes lignes de la profession, on concevra plus facilement le mécanisme des accidents.

2° Puis nous essaierons de préciser les produits toxiques qui sont libérés au moment des opérations de soudure, et de mettre en évidence leur action pathogène.

3° Nous décrirons ensuite les troubles pathologiques qu'il nous a été donné d'observer, en nous basant sur les observations qui nous auront semblé les plus démonstratives.

4° Enfin, dans un dernier chapitre, nous envisagerons les mesures de protection qui s'imposent.

PREMIERE PARTIE

DONNEES TECHNIQUES

L'ARC ELECTRIQUE

Considérons deux pièces métalliques faisant partie d'un même circuit électrique. Si nous les écartons l'une de l'autre tout en les maintenant à faible distance, chacune va jouer le rôle d'une électrode : une différence de potentiel va s'établir; une étincelle va jaillir et cette étincelle, moyennant certaines conditions, pourra être assez chaude pour déterminer la fusion partielle des deux pièces métalliques. C'est cette étincelle, c'est cet agent de dégagement de chaleur intense que l'on désigne d'une manière générale sous le nom d'*arc électrique*, nom qui lui a été attribué en raison de sa disposition arciforme.

Cet arc électrique présente un certain nombre de propriétés physico-chimiques que l'on s'est efforcé de très bonne heure d'appliquer à des utilisations industrielles.

Les premières tentatives de soudure à l'arc datent de 1881. Des chercheurs, tels BERNARDOS, ZERENER, SLAVIANOFF, KJELLBERG, ont étudié de près la question et leurs travaux ont servi de base aux recherches ultérieures visant à l'industrialisation intensive actuellement réalisée.

BERNARDOS faisait éclater l'arc électrique entre un

crayon de charbon et les pièces à souder dont les bords entraient en fusion et se soudaient ainsi l'un à l'autre.

ZERENER eut l'idée d'utiliser deux charbons pour produire l'arc. Et il déviait cet arc à l'aide d'un électro-aimant, de manière à obtenir une flamme, une sorte de dard comparable à celui du chalumeau oxy-acétylénique.

Puis il fut proposé par SLAVIANOFF, et ceci était une simplification des plus importantes, de remplacer l'électrode de charbon par une baguette de métal qui, en même temps qu'elle amenait le courant sur l'arc, entraînait en fusion et constituait ainsi le métal d'apport nécessaire à la soudure.

Ce fut un perfectionnement capital et le système de SLAVIANOFF est resté le plus employé actuellement, avec encore cette amélioration, due à l'ingénieur suédois KJELLBERG : l'enrobage des électrodes métalliques par une composition peu conductrice et peu fusible. Cette gaine a surtout pour but d'assurer une bonne direction à l'arc et de modifier dans des proportions déterminées la composition du métal de soudure. Et l'existence de cet enrobage est riche en conséquences pour le sujet qui nous occupe.

Indépendamment de toutes considérations physico-chimiques sur la nature des constituants de l'arc électrique, si un observateur regarde cet arc à travers un écran de verre protecteur spécialement coloré, qu'aperçoit-il ?

1° D'abord, à l'extrémité libre de l'électrode, une zone, fort petite, d'une luminosité éblouissante, c'est le point d'origine de l'arc.

2° Ensuite, sur la pièce à souder, au point d'impact de l'arc, une autre zone plus étendue, éclatante, brillante comme l'est le métal en fusion. Et, fait caractéristique, cette région est excavée en forme de cuvette; c'est ce que l'on appelle le *cratère de l'arc*.

3° Enfin, un segment intermédiaire, étroite zone fusiforme, unissant les deux points précédents, très lumineuse et constituant l'étincelle, l'arc proprement dit.

On remarquera encore, entourant l'ensemble, une flamme diversement colorée. C'est une flamme de combustion dont la coloration est due aux oxydes métalliques qui sont fondus par l'arc.

La soudure électrique.

La soudure est une opération métallurgique qui a pour but l'assemblage permanent de deux parties de même métal par fusion des bords du joint au moyen de l'application locale d'une puissante source de chaleur, avec addition ou non de métal de même nature, dit métal d'apport.

Le nom même *de soudure électrique à l'arc* indique que la fusion du métal d'apport est obtenue à l'aide de l'arc électrique : on fait jaillir cet arc entre la pièce à souder et la baguette de soudure elle-même.

C'est là un procédé relativement récent : la soudure électrique est fille de la guerre. Connue pourtant depuis assez longtemps, on la généralisa vers 1915, comme un pis aller, la main forcée par la pénurie des matières premières. Depuis, elle s'est imposée.

Elle prend chaque jour une importance croissante. Elle s'est déjà substituée presque partout dans les exploitations importantes à la soudure oxy-acétylénique, au rivetage et souvent même à la fonderie. Et le domaine de ces applications devient, à chaque instant, plus vaste : construction navale, industrie lourde, industrie automobile, chemins de fer, matériel de guerre, toutes les branches de la métallurgie utilisent actuellement cet indispensable auxiliaire.

La soudure électrique s'effectue selon les méthodes de la soudure par résistance, dont nous ne parlons que pour mémoire, et de la soudure à l'arc, la seule qui nous intéresse ici.

1° Dans la soudure par résistance, la plupart des opérations se font dans des machines semi ou complètement automatiques. Ce point de vue de la question ne nous intéresse donc pas.

2° Dans la soudure à l'arc, la fusion du métal est principalement obtenue de deux manières :

L'appareil à souder peut être constitué par un crayon de charbon amorçant l'arc avec la pièce à souder. L'opérateur interposant une baguette de métal, celui-ci est fondu et soudé à la pièce. Ce procédé a connu un renouveau avec l'arc hydrogéné.

Mais, le plus souvent, l'arc jailli entre la pièce à souder, constituant une électrode, et une électrode métallique. Ce procédé est à peu près le seul employé actuellement parce que le plus pratique.

La soudure à l'arc avec électrode métallique est un processus complexe dans lequel on peut distinguer trois parties :

- le passage du courant, *l'arc*;
- la fusion de la pièce à l'endroit de la soudure;
- le transport du métal provenant de la fusion de l'électrode.

Ainsi qu'il a déjà été expliqué, l'arc est amorcé par rupture de contact entre une baguette métallique et la pièce à souder. Il se forme dans la pièce un *cratère* qui, en réalité, est une sorte de petit creuset où le métal est en fusion. Le métal de la baguette fond, passe à travers l'arc et se trouve porté dans ce cratère. L'arc une fois amorcé, il suffit pour qu'il se maintienne de tenir un écart sensiblement constant entre l'extrémité de la baguette et la pièce à souder.

Diverses théories ont été émises pour expliquer

le transfert du métal de la baguette électrode vers la pièce à souder; et ceci a son importance dans l'observation des phénomènes pathologiques.

L'opinion la plus communément admise est qu'il s'agit d'une vaporisation intense du métal aboutissant au transport de particules très fines projetées par l'explosion des gaz occlus dans le métal. A ce phénomène s'en ajoute un second : le passage d'une partie du métal de l'électrode vers la pièce sous forme de fines gouttelettes qui viennent se condenser dans le cratère de fusion, et ce phénomène semble avoir une grande importance au point de vue pathogénique, comme nous le verrons tout à l'heure.

Le matériel utilisé s'appelle habituellement *poste de soudure*. Il alimente l'arc en courant continu ou alternatif fourni par un transformateur, et la tension de ce courant, c'est-à-dire le voltage, est celle de l'arc électrique ordinaire, soit 35 à 50 volts. Quant à l'intensité, elle est proportionnelle à la puissance de l'arc que l'on désire.

Les postes de soudure ne comportent pas d'installation compliquée. Ils sont généralement constitués par une cabine de dimensions appropriées et destinée à isoler l'opérateur et à localiser les rayons éblouissants que projette l'arc. Mais nous allons voir que cette protection n'est pas toujours effective, et que si les travaux à exécuter se font en chantier, par exemple, aucun isolement n'est prévu ni réalisé.

L'électricité est canalisée par des câbles souples, partant des deux pôles du transformateur et en rapport, l'un avec la pince porte-électrode, l'autre avec la pièce à souder ou la table de soudure.

L'opérateur est muni, en principe, d'un tablier en cuir ou en amiante et de gants de même matière destinés à le protéger contre les projections de métal en fusion. Il dispose également d'un écran protecteur

en tôle d'acier, muni d'un verre colorié pour éviter l'action des U.V.

Nous avons vu, au début de ce chapitre, que ce qui caractérise la soudure à l'arc actuelle ce sont les électrodes Kjellberg, c'est-à-dire, les baguettes métalliques recouvertes d'un enduit pâteux solidifié. Cet enduit est destiné à isoler, à guider et à protéger le métal en fusion dans son transport de la cathode à l'anode, en même temps qu'il joue le rôle d'oxydant et de décapant par les sels qu'il contient.

Ces électrodes ainsi enrobées, de constitution tenue secrète par les fabricants, mais dont on sait qu'elles sont à base de borate, silicate, sciure de bois ou amiante et qu'elles contiennent des sels de Fl , Mn , Ni , Tung , Va destinés à créer des alliages au moment de la fusion du métal d'apport, présentent sans doute de réels avantages techniques, mais offrent aussi une source de danger par les corps toxiques qu'elles dégagent ou qui naissent lors de leur fusion.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de leur composition, nous réservant d'y revenir en temps opportun lorsque nous examinerons l'action toxique des substances qu'elles contiennent. Disons seulement que la diversité de cette composition est extrême, ce que l'on concevra, sachant qu'elle peut varier, non seulement selon la nature et les proportions des produits employés, mais encore selon le genre de travail à exécuter et la nature ou l'intensité du courant utilisé.

DEUXIEME PARTIE

SOURCES DE DANGER

La soudure électrique, comme tant d'autres techniques industrielles est une source de danger pour les travailleurs qui l'appliquent. Un assez grand nombre de troubles pathologiques sont dus à son utilisation. Il y a donc une pathologie de l'arco-soudure, qui procède de deux causes étiologiques principales :

— *Le travail de soudure* lui-même, principal facteur de toxicité, et qui agit d'une double manière : par les radiations chimiques et calorifiques de l'arc d'une part, par les vapeurs métalliques, les poussières minérales et les gaz émanant de la soudure d'autre part.

— *Le milieu*, où le danger provient d'un équipement défectueux de l'ouvrier et d'un aménagement insuffisant des locaux, en ce qui concerne la protection des individus.

A ce facteur, on peut rattacher un corollaire, l'action de *l'homme lui-même*, dans son inobservation fréquente des règles élémentaires de l'hygiène du travail, soit qu'il agisse par ignorance de ces règles ou négligence, soit qu'il n'ait pas la possibilité de les suivre, en raison des dispositions ou des habitudes en vigueur dans l'usine.

A ce point de vue, signalons que beaucoup de choses restent à faire pour inculquer, aussi bien aux em-

ployeurs qu'aux ouvriers, les principes encore trop ignorés d'une hygiène professionnelle bien comprise.

DANGERS DUS AU TRAVAIL DE SOUDURE

1. Action des radiations.

Nous avons vu que la soudure à l'arc électrique est accompagnée d'une émission de radiations lumineuses, ultra-violettes et infra-rouges. Les phénomènes observés seront donc comparables en grande partie, à ceux dus à la lumière du soleil. Et l'on peut dire que les dommages causés par ces radiations comptent parmi les plus importants de ceux observés chez les arcosoudeurs.

Nous distinguerons l'action des rayons visibles (r. lumineux) de celle des rayons invisibles (r. I.R. et U.V.).

Les rayons visibles du spectre peuvent être rangés en deux groupes :

le premier : dont la longueur d'onde s'étend de 760 à 490 μ (rouge, orange, jaune, vert) arrive sans avoir subi de changement sur la rétine;

— le second : qui va de 490 à 400 μ (bleu, indigo, violet) et dont une faible partie, absorbée par le cristallin contribue à la fluorescence de ce dernier, alors que la majeure partie impressionne les éléments rétinien photo-sensibles en donnant la sensation des couleurs de ce groupe.

Ces rayons visibles n'offrent qu'un intérêt des plus médiocres pour le sujet qui nous occupe : ils ne présentent pas, en effet, à notre connaissance, une action pathogène appréciable sur l'individu.

Plus important est le groupe des radiations invisibles à l'action essentiellement *chimique* et *calorique*.

Les *rayons ultra-violet*s ou *rayons chimiques* les plus courts sont compris entre 400 et 315 μ et même au-dessous. Nous en distinguerons plusieurs catégories : Les rayons qui s'étendent de 400 à 375 μ et qui traversent le cristallin ont une triple action : ils produisent la fluorescence cristallinienne, puis la fluorescence rétinienne et agissent enfin sur les éléments photo-sensibles de la rétine. Les rayons situés entre 375 et 350 μ sont absorbés par le cristallin en totalité et contribuent ainsi pour une forte part à sa fluorescence. Ceux qui vont de 350 à 315 μ passent bien au travers du cristallin pendant les premières années de la vie, mais, par la suite, sont arrêtés par cette lentille et contribuent aux aussi pour cette raison à sa fluorescence. Enfin les rayons au-dessous de 315 μ ne traversent même pas la cornée et sont absorbés par les enveloppes de l'œil.

L'action pathogène des U. V. a été mise en lumière depuis déjà plusieurs années. Dès 1904, HECKEL, puis STOCKHAUSEN signalaient l'action de ces rayons sur l'œil antérieur, aussi bien que sur ses parois profondes : phénomènes d'inflammation identiques à ceux de l'ophtalmie électrique ou de l'ophtalmie des régions polaires, lésions choroïdiennes, fluorescence intensive du cristallin.

Les rayons invisibles I.R. ou rayons calorifiques sont compris entre 760 et 1.500 μ (r. infra-rouges) et s'étendent jusqu'à 50.000 μ .

Les premiers arrivent bien jusqu'à la rétine, mais sans l'impressionner, affaiblis qu'ils sont par leurs passages successifs, avec absorption partielle, par la cornée, le cristallin et la chambre antérieure. Les

seconds sont absorbés par la conjonctive, la cornée et la chambre antérieure.

L'action des I.R. a été longtemps discutée. A l'heure actuelle, par une tendance inverse, on est enclin (les auteurs allemands surtout) à leur attribuer une grande part des effets que l'on imputait autrefois aux U.V. Cette opinion n'est pas encore confirmée dans tout son développement, mais quoi qu'il en soit, il est certain qu'ils peuvent favoriser l'action fâcheuse des autres rayons. Par eux-mêmes ils irritent fortement la rétine quand ils l'impressionnent en abondance et peuvent même d'après certains auteurs, NATANSON, PLITAS, MILLER, VOGT, VINAGOROV entre autres, provoquer une cataracte.

On explique également, par leur action, les troubles asthéniques constatés chez les ouvriers travaillant à la lumière artificielle.

2. Action des gaz et fumées.

Nous envisagerons :

- 1° Les gaz formés par les sources de chaleur.
- 2° Les fumées produites par les métaux et alliages fondus en cours de soudure.
- 3° Les gaz et fumées produits par les enrobages.
- 4° Les gaz et fumées produits par les enduits recouvrant les métaux.

1° Gaz formés par les sources de chaleur

La température atteinte par les électrodes métalliques au cours des opérations de soudure à l'arc est de l'ordre de 3.500° en moyenne. Cette température de l'arc exerce une action physico-chimique sur les

constituants de l'air ambiant, qui aboutit à la formation de deux corps chimiques à partir de l'azote et de l'oxygène atmosphérique : ozone et bi-oxyde d'azote. Il est intéressant de signaler en passant que ce phénomène ne relève pas uniquement de l'effet thermique de l'arc, mais est dû en partie à l'action du fluide électrique.

La formation de ces deux gaz par l'action de l'arc électrique sur l'air est mise en évidence par les faits suivants : faisons éclater pendant un certain temps un arc dans une atmosphère confinée, une cloche par exemple. Cette atmosphère va se charger de peroxyde d'azote et d'ozone. Il nous sera facile de le vérifier par les réactions spécifiques suivantes : coloration violette de la diphénylamine sulfurique par les vapeurs nitreuses, brunissement du papier au protoxyde de thallium par l'ozone.

D'aucuns ont discuté et même nié l'importance de la formation de bi-oxyde d'azote par l'arc électrique. Ils conviennent qu'au cours des opérations d'arcosoudure, des quantités importantes d'ozone peuvent être dégagées par l'arc au point de pouvoir exercer une action irritante sur les individus, mais ils prétendent que les quantités de bi-oxyde d'azote restent bien au-dessous de la concentration maximum tolérable.

En opposition avec ces assertions, les travaux très poussés de TITUS WARREN et DRINKER ont abouti à des lésions pulmonaires caractéristiques sur l'animal de laboratoire (chien ou lapin) soumis à l'action des gaz formés par l'arc de soudure. Ces gaz avaient été purifiés au préalable, de manière à les débarrasser des fumées susceptibles de fausser les résultats, et dosés de manière à se rendre un compte exact des lésions.

Pour une concentration en ozone de 1 mmg. 9 par mètre cube et en bi-oxyde d'azote de 1/2 mmgr. par mètre cube, on observait en 15/20 minutes une irrita-

tion trachéo-bronchique accentuée avec mort rapide en 20/25 minutes.

A l'autopsie on trouvait des lésions pulmonaires importantes de type broncho-pneumonique.

En résumé, la formation de peroxyde d'azote et d'ozone par l'arc électrique ne saurait être mise en doute, non plus que les troubles physiologiques plus ou moins considérables que ces gaz déterminent, troubles sur lesquels nous reviendrons plus loin. Qu'il nous suffise de signaler, dès à présent, que l'ozone détermine une notable irritation de l'arbre trachéo-bronchique et que les vapeurs nitreuses ont été plusieurs fois signalées comme facteurs de broncho-pneumonie ou d'œdème pulmonaire.

2° Vapeurs métalliques

Tous les métaux usuels, à l'exception du molybdène, sont rapidement fondus et facilement volatilisés par l'arc électrique. Leur température d'ébullition est, en effet, bien inférieure à la température de l'arc : 3.235 pour le fer, 3.075 pour le nickel, 2.200 pour le chrome, 1.900 pour le manganèse, 930 pour le zinc; et cette volatilisation est des plus importantes par suite du surchauffage intense subi par le métal aux régions cathodique et anodique de l'arc (entre 3.200 et 3.700).

Il est capital de connaître cette notion de volatilisation afin de concevoir comment au cours de la soudure les métaux divisés à l'extrême peuvent au contact de l'oxygène atmosphérique se transformer en un brouillard d'oxyde métallique.

Le cas de quelques-uns de ces métaux est à envisager en particulier, par suite de l'action pathogène qui leur est attribuée. On se souviendra à ce propos de la règle formulée par RABUTEAU en 1867, savoir : que

la toxicité des métaux est en relation avec leur poids atomique et leur chaleur spécifique. Elle est d'autant plus active que le poids atomique est plus élevé et la chaleur spécifique plus faible. Par conséquent les métaux les plus toxiques seront : zinc, plomb, palladium, cérium, manganèse, fer, entre autres.

Le *fer*, qui est le constituant essentiel de base de la plupart des électrodes usuelles, est par conséquent le métal que l'on retrouve en plus grande quantité dans les fumées dégagées par l'arco-soudure. Il forme un véritable aéro-sol de floculation lente, constitué par des particules, d'environ 0,50 microns en moyenne, d'oxyde ferrique Fe^2O^3 et par quelques traces de nitrure de fer.

Quoique de même que pour les dégagements d'ozone et de peroxyde d'azote, des conclusions négatives aient été soutenues, il semble bien prouvé, à la suite des travaux de TOMILOVA, de KANDATSU et TASHIRO que ces fumées d'oxyde ferrique sont capables d'engendrer par voie respiratoire des troubles pathologiques analogues à la fièvre des fondeurs lorsqu'elles sont inhalées dans un atelier insuffisamment ventilé, ainsi qu'il ressort de plusieurs observations qui vont suivre. D'ailleurs, l'action toxique (faible il est vrai) des sels ferriques est classique. Mais il semble qu'il faille aussi considérer l'action biologique des particules ferriques colloïdales sur le protoplasme cellulaire, autant que l'action toxique chimique du sel métallique, c'est-à-dire l'action générale autant que l'action locale.

Quant aux alliages ferriques constituant une grande partie des électrodes employées, certains de leurs éléments peuvent également être volatilisés pendant l'arco-soudure.

Le *manganèse* très employé comme « améliorant » des aciers, étant donné ses qualités de résistance et

d'élasticité, se trouve dans la proportion moyenne de 14 % dans les électrodes, allié à une proportion de 1 à 1,5 de carbone. Il se volatilise vers 1.900° sous l'action de l'arc et une notable quantité en est projetée dans l'atmosphère environnante sous forme de particules colloïdales. Il semble d'ailleurs que la perte en manganèse diminue proportionnellement avec l'augmentation de la contenance en carbone des électrodes.

Son action a été invoquée dans la genèse des divers troubles observés chez les individus manipulant ce métal, en particulier, les troubles de la fonction sexuelle. Nous y reviendrons au chapitre de la pathologie.

Quand on observe le travail des soudeurs à l'arc, on voit une épaisse fumée se dégager qui contient à l'analyse des oxydes de fer mélangés à des traces de manganèse.

Jusqu'ici il semble que ces fumées n'aient pas été examinées car on pensait qu'elles ne contenaient que du fer.

Puis, depuis quelque temps surtout, on a observé des troubles dans la santé des ouvriers, avec un maximum de fréquence lorsqu'il était fait usage d'électrodes à l'acier-manganèse et que les opérations de soudure s'effectuaient en atmosphère confinée, à l'intérieur de chaudières par exemple.

En présence de ces faits, et sachant que certaines électrodes présentent jusqu'à 18 % de sels manganiques, on a recherché s'il ne s'agissait pas d'un syndrome d'intoxication par le manganèse.

On a procédé à des analyses de l'air des ateliers après usage d'électrodes au manganèse et l'on a trouvé, d'une façon à peu près constante, une teneur en manganèse oscillant entre 0,05 et 0,16 %. Cette proportion n'entraîne pas des conséquences bien graves dans un atelier vaste et aéré. Mais si l'on considère

que le travail s'effectue souvent dans des conditions peu favorables, à l'intérieur de chaudières, de balises ou de canalisations, par exemple, tous lieux où la ventilation est imparfaite, sinon nulle, on concevra que l'usage d'électrodes acier-manganèse donnant un dégagement de 0,05 à 0,16 % de manganèse dans l'atmosphère d'un espace virtuellement clos, est dangereux pour l'individu respirant dans cette atmosphère; d'autant plus que ces particules manganiques seraient sous forme colloïdale, ce qui renforce leur action toxique et chimique.

Si les examens cliniques n'ont jusqu'ici donné que peu de résultats, c'est que dans les conditions normales du travail l'homme est peu exposé, la teneur en manganèse étant bien inférieure, par exemple, à celle enregistrée dans les moulins à manganèse.

Tout le danger réside en l'emploi de telles électrodes pour le travail effectué dans des réservoirs ou chaudières. Il importe d'en être averti en vue de prendre toutes mesures utiles.

Nous citerons également le *chrome* qui, allié au *nickel* dans la proportion de 18 % de chrome pour 8 % de nickel, entre dans la construction des électrodes d'acier-inoxydable (acier 18-8) et des électrodes pour la fonte. Ces deux métaux se volatilisent entre 2.000 et 2.200.

Les effets toxiques des sels de chrome et de nickel sont connus. Les sels de chrome sont relativement peu toxiques, alors que ceux de nickel le sont beaucoup plus, et cette toxicité est en raison directe de la concentration. Elle ne semble pas, dans le cas particulier, avoir une importance très grande étant donné, d'une part, la trop faible proportion de nickel et de chrome dans les électrodes employées et, d'autre part, la rareté de l'utilisation de ces électrodes. Il suffisait d'en faire mention.

3° Gaz et fumées des enrobages

Le rôle de l'enrobage dans la pollution de l'atmosphère est capital. Au cours de l'utilisation des électrodes, il est détruit avec production de gaz variés et de fumées plus ou moins compactes suivant les constituants qu'il contient.

Son action est diverse. Il agit, soit par la simple décomposition thermique de ses éléments, soit par leur volatilisation, soit enfin par leur interr réaction. Mais le mécanisme de ces phénomènes est peu connu à cause des températures très élevées auxquelles il s'effectue.

La composition des enrobages est variée à l'infini et il est des plus difficiles de la connaître exactement car les fabricants la tiennent avec soin secrète. Cependant les éléments qui s'y trouvent le plus communément peuvent se ramener à trois groupes :

1° DES SELS ALCALINS ET ALCALINO-TERREUX, entre autres des silicates alcalins et des carbonates et fluorures de calcium et de sodium, ce dernier très dangereux pour l'organisme.

2° DES COMBINAISONS MINÉRALES : amiante, sulfate de phosphore; des *sels métalliques* tels que le sulfate de cuivre, les oxydes de fer, de manganèse ou de titane, les ferro-alliages, surtout ferro-manganèse, ferro-chrome, ferro-vanadium, ferro-titane, ferro-silicium.

3° DES PRODUITS ORGANIQUES : dextrines, glucosides, sucres, produits cellulosiques (sciure de bois).

On concevra que les réactions et dégagements des corps inclus ou néo-formés sont d'une extrême complexité et d'une diversité encore plus grande, si l'on considère qu'ils s'effectuent entre un aussi grand nombre de corps, à une température des plus élevées et sous l'influence du flux électrique.

Parmi les gaz dégagés, trois d'entre eux méritent notre attention par suite de leur toxicité :

1° *Le CO*, qui vient de la combustion incomplète des matières organiques de l'enrobage et dont la présence est des plus importantes en raison des dangers qu'il présente.

2° *Le CO²*, provenant du carbonate de calcium.

3° *L'acide fluorhydrique*, issu des fluorures de calcium et de sodium et dont l'action n'est pas négligeable. Son intérêt est d'autant plus grand que l'on a constaté des accidents au cours de l'emploi d'électrodes à enrobage trop chargé en fluorure de calcium.

Aux températures élevées auxquelles s'effectuent les opérations de soudure, il arrive, en effet, que le fluorure de calcium se décompose pour donner formation, en présence des traces d'humidité contenues dans les enrobages, à des quantités minimes de FH. Celles-ci se dégagent avec les gaz formés par l'arc-soudure et sont très suffisantes pour donner lieu, comme il a été observé maintes fois, à des accidents cutanés et broncho-pulmonaires.

La plupart des corps qui viennent d'être envisagés ont une action pathogène variable mais nette. Nous ne reviendrons pas sur l'action des sels métalliques dont nous avons déjà parlé à propos de la constitution des électrodes, si ce n'est pour insister encore une fois sur l'importance de leur quantité, donc de leur influence pathogène et pour signaler que ce sont justement les plus toxiques qui sont incorporés communément dans ces enrobages.

Nous signalerons plutôt la présence de sels phosphoreux fréquemment mélangés à des traces plus ou moins importantes d'arsenic, et qui sont au plus haut point toxiques.

Nous insisterons davantage sur la présence des silicates alcalins, des sels alcalino-terreux, des poussières

res siliceuses, de chaux, voire même de ciment, incorporées aux enrobages, en manière de substratum, et qui sans être toxiques par elles-mêmes n'en sont pas moins dangereuses en ce qu'elles sont des agents importants d'irritation broncho-pulmonaire et même de pneumokoniose.

Des enrobages chargés en alcalino-terreux et en poussières sidéreuses ont été, en effet, incriminés par HERTZ et Frank WILLIAM dans des cas de sclérose pulmonaire et de pneumokoniose, et par HIRSCHOWICZ pour des cas de Hodgkin. Nous en donnerons les observations plus loin.

Pour nous, il ne nous a pas été donné de constater des cas semblables. Nous n'avons pu qu'observer trois cas de pneumokoniose, quelques cas de laryngite catarrhale pouvant être attribués à cette cause et divers cas d'irritation conjonctivale vraisemblablement dus à des poussières de chaux.

Quoi qu'il en soit, on est, dès à présent, suffisamment éclairé sur l'action toxique des fumées produites par l'enrobage des électrodes pour ne pas craindre de s'aventurer en leur attribuant une part dans les troubles que nous étudions.

4° Gaz produits par les enduits recouvrant les métaux à souder

Sous l'effet de l'intense élévation de température accompagnant l'usage de l'arc électrique, les enduits ou peintures diverses qui peuvent recouvrir les pièces métalliques traitées subissent une décomposition complète et donnent naissance entre autres à des gaz plus ou moins nocifs.

A ce point de vue deux cas sont particulièrement intéressants : celui des tôles peintes au minium et celui des tôles galvanisées.

L'oxyde de plomb (minium) ne présente qu'une très faible stabilité. Déjà à 575C il se décompose en oxyde plombeux PbO et en O .

Toute soudure, tout oxy-coupage portant sur l'acier miniumé volatilise donc, du même coup, le minium, étant donné l'instabilité de ce sel. Et, comme conséquence immédiate, le soudeur penché sur son travail se trouve plongé dans une atmosphère surchargée d'oxyde de plomb. Il est superflu d'insister sur l'extrême danger de cette manœuvre : la toxicité de Pb^3O^4 est trop connue.

Le cas des tôles galvanisées est identique. L'opération de soudure évapore la pellicule de zinc déposée sur l'acier et par conséquent volatilise de l'oxyde de zinc dans l'atmosphère environnante. Et cette question de volatilisation du zinc présente un intérêt et une gravité tout spéciaux.

Elle détermine, en effet, un syndrome connu depuis longtemps, que l'on observe habituellement dans les fabriques de laiton, mais que l'on peut rencontrer aussi chez les arco-soudeurs : *la fièvre des fondeurs*.

Les conséquences de cette volatilisation du zinc sont encore aggravées par le fait que le zinc de galvanisation contient presque toujours de l'arsenic et du plomb dans une proportion variable, pouvant aller jusqu'à 1,5 % pour ce dernier, et que l'arsenic encore mieux que le plomb est très volatilisable.

D'autres enduits peuvent aussi donner lieu à des dégagements gazeux au cours de la soudure électrique ou de l'oxy-coupage, tels que les différentes peintures, les vernis, l'huile, le goudron. Mais il convient de reconnaître que leur action toxique est de bien moindre importance en regard de celle des fumées que nous venons de signaler.

Le seul danger de ce dégagement gazeux réside en la présence possible parmi eux de CO . Signalons enfin,

en terminant, qu'il peut se former au cours de la combustion des enduits huileux, une quantité notable d'*acroléine* qui exerce une forte action irritante sur les muqueuses respiratoires.

3. Danger provenant de l'aménagement des locaux de travail.

Voyons d'abord, d'une manière générale, dans quelles conditions opère l'arco-soudeur.

L'ouvrier travaille, le plus souvent, au milieu d'un atelier, parmi ses compagnons, sans être isolé d'aucune manière. Il effectue la soudure en se protégeant seulement le visage et les yeux des radiations et des éclaboussures de métal fondu à l'aide d'un simple écran de tôle tenu à la main et percé d'une sorte de hublot garni d'un verre inactinique.

Il s'agit d'abord d'*amorcer*, c'est-à-dire de provoquer la formation de l'arc, puis de le maintenir.

Le courant étant lancé, l'extrémité de l'électrode est préalablement grattée sur une partie du montage, reliée à l'un des pôles de la source d'électricité.

On obtient, en ce faisant, quelques étincelles qui chauffent l'électrode et chassent la couche isolante qui pourrait se trouver à son extrémité.

On approche aussitôt l'électrode de la ligne à souder, à l'endroit où l'on veut débiter.

Dès le contact, les étincelles jaillissent, le métal de la pièce et celui de la baguette fondent et la réunion des deux forme la soudure qui se fait instantanément.

Cette opération s'accompagne d'une émission de lumière aveuglante, blanche, bleue, violette, comparable à celle d'un fort court-circuit, véritable éclair jaillissant sans interruption auquel se joint une pluie de

particules métalliques en fusion qui est projetée avec force alentour.

Ce phénomène s'accompagne d'un dégagement de fumée compacte, opaque, lourde, blanchâtre ou jaunâtre, fortement irritante, qui stagne autour du lieu de soudure ou, au contraire, d'une fumée plus légère, grêle, grise, bleuâtre, mais toujours piquante, suffocante. La diversité d'aspect de ces fumées tient sans doute à la variété des constituants des électrodes mais elles ont toutes une caractéristique commune : leur action irritante sur les muqueuses respiratoires et conjonctivales — leur odeur piquante, désagréable.

Cette production de radiations lumineuses et de fumées toxiques présente un sérieux inconvénient en elle-même, mais cet inconvénient est aggravé par le fait qu'il n'est généralement pas prévu de mesure de protection suffisante. En particulier l'isolement de l'arco-soudeur par des cloisons est exceptionnel.

En ce qui concerne l'ouvrier soudeur lui-même — et nous reprendrons plus à fond ce sujet lorsque nous aborderons la question de l'hygiène professionnelle, — la protection par l'écran métallique tenu à la main est nettement insuffisante. Elle ne s'oppose nullement en effet à l'action nocive des vapeurs dégagées et quant à protéger l'homme des radiations lumineuses, elle n'arrête pas celles provenant des autres postes de soudure et qui atteignent latéralement l'ouvrier, ou le surprennent même en pleine face lorsque, cessant pour un temps son travail, il a déposé son écran protecteur. C'est ce que les ouvriers appellent *le coup d'arc*, *le coup de soleil*. Ils en reçoivent, directement ou non, toute la journée.

Autre facteur à considérer : les conditions dans lesquelles doivent s'effectuer souvent les opérations de soudure.

Sur les chantiers de constructions navales, l'ouvrier

travaille souvent dans des soutes, à fond de cale, où l'évacuation des fumées est impossible à réaliser, même avec des aspirateurs. Dans les grandes usines métallurgiques il est appelé également à souder à l'intérieur de chars de combat, de chaudières, de flotteurs de balises, où les mêmes inconvénients se retrouvent. Bien plus, deux ouvriers travaillent souvent côte à côte, dans ces réduits et s'éblouissent mutuellement, tandis qu'ils doublent la production de vapeurs toxiques. Et ils doivent parfois même adopter les positions les plus pénibles pour mener leur travail, telle celle exigée par la soudure « au plafond ».

En ce qui concerne les compagnons de l'arco-soudeur, travaillant à d'autres ouvrages dans le même atelier, aucune mesure vraiment efficace n'est prise actuellement. Ils subissent sans arrêt l'éblouissement de l'arc électrique, et respirent les vapeurs nocives de l'électrode qui se sont répandues en brouillard à travers les locaux de travail.

Dans certaines usines — mais non dans toutes et nous disons des plus importantes — les postes de soudure sont munis d'aspirateurs destinés à évacuer les fumées. Cette mesure est bonne en soi, mais trop souvent il est à déplorer que ces aspirateurs soient d'une puissance insuffisante, soient mal disposés ou, ainsi qu'il nous a été donné de l'observer dans une importante usine de la région parisienne, soient détériorés et hors de service.

De sorte que nous pouvons affirmer que le danger couru par l'arco-soudeur subsiste en son entier dans l'immense majorité des cas.

Une autre cause d'incommodité grave, sinon de danger, est réalisée par la chaleur excessive qui règne près des postes de soudure. Cette température élevée est surtout provoquée par les gaz ou vapeurs qui se dégagent de l'électrode, ainsi qu'il appert des com-

munications très documentées de DEUTSCHMEISTER, de Moscou, et même de la simple observation des lieux. Et cet inconvénient est porté au maximum lorsque l'homme travaille, comme cela est fréquent, dans une soute de navire, à l'intérieur d'une chaudière, d'un réservoir, d'une canalisation.

Enfin signalons, en terminant, quelques sources de danger d'une moindre fréquence il est vrai, mais d'une réalité et d'une gravité incontestable : la soudure sur métaux galvanisés ou miniumés qui déterminent la production des vapeurs de plomb ou de zinc, très toxiques, et pouvant faire apparaître chez les ouvriers exposés des cas de saturnisme aigu et de fièvre des fondeurs.

Les risques d'électrocution ont été envisagés également.

Si les câbles conducteurs sont en bon état, le danger venant du courant électrique est insignifiant, mais il peut devenir plus menaçant en cas d'usure des câbles, éventualité qu'il faut connaître et surveiller étant donné que ces câbles fournissent un assez gros effort par suite des changements fréquents de position de l'ouvrier. SILBES signale cependant entre autre, un cas où un ouvrier fut électrocuté pour avoir touché, alors qu'il était en sueur, un câble électrique mal isolé. Il fut foudroyé et l'électrocution s'accompagna de brûlures très profondes.

L'importance de ces dangers est entièrement en rapport avec l'aménagement des locaux de travail. Trop souvent, en effet, la ventilation des ateliers est nulle, les appareils d'aspiration et d'évacuation des vapeurs nocives sont trop rarement utilisés et aux endroits même où leur présence s'impose le plus impérieusement. Les mesures individuelles même très simples et déjà adoptées dans d'autres professions, tel le port de lunettes et de masques respiratoires, ne sont

même pas envisagées. D'une manière générale, on peut dire que si la protection prévue pour l'arco-soudeur est encore embryonnaire, les mesures générales de prévention relatives à l'ensemble des ateliers où se pratique la soudure électrique sont inexistantes.

TROISIEME PARTIE

ETUDE CLINIQUE

Nous l'avons déjà dit, les troubles que présentent les arco-soudeurs sont divers et apparemment sans relations entre eux, sans doute parce qu'ils tiennent à des causes diverses. La « *maladie des arco-soudeurs* » n'existe donc pas en tant qu'entité clinique, ce qui existe, c'est un faisceau de syndromes qui proviennent de divers facteurs (radiations, vapeurs, poussières), mais qui ont une genèse commune : l'arco-soudure.

Ils rentrent donc bien dans le cadre de la pathologie professionnelle.

Ces troubles ne s'observent jamais simultanément chez le même sujet. Et cela est dû pour une grande part à leur évolution qui est aiguë pour les uns, chronique pour les autres. Cela provient aussi de leurs causes déterminantes qu'il serait à peu près impossible de rencontrer ensemble.

Nous venons de dire que l'action pathogène de l'arco-soudure s'exerce selon deux modes : accidents aigus, accidents chroniques.

Les accidents aigus sont, en général, bénins et d'évolution rapide. Ils consistent essentiellement en troubles oculaires à type inflammatoire et en troubles généraux à type d'intoxication.

Les accidents chroniques, au début insidieux, évoluent à bas bruit, passent longtemps inaperçus, sont souvent méconnus, ou attribués à toute autre cause que la leur. Mieux supportés, ils n'agissent qu'à la longue, ne se révèlent souvent qu'à l'occasion d'un examen fortuit : on s'aperçoit alors qu'ils ont occasionné des altérations profondes, pour la plupart irréparables, des tissus de l'individu.

Ces accidents se manifestent par des signes nombreux, fort variés, dont l'apparition chronologique et la fréquence n'ont, à vrai dire, rien de déterminé. Ils frappent surtout l'appareil respiratoire et les fonctions de reproduction.

Pour faciliter l'étude de ces troubles, nous ne les envisagerons pas d'après leur évolution, ce qui gênerait pour la clarté et la commodité de la description. Nous pensons en donner une meilleure vue d'ensemble en considérant chaque appareil à part, en décrivant séparément les différents symptômes que l'on rencontre en des cadres peut-être artificiels, mais qui rendront ce travail plus ordonné.

C'est pourquoi nous dirons que d'une façon générale les symptômes présentés par les arco-soudeurs peuvent se diviser en quatre grands groupes :

1° *Troubles oculaires* dus, surtout, aux radiations.

2° *Troubles pulmonaires* dus à l'inhalation des poussières et vapeurs.

3° *Accidents toxiques* provenant de l'inhalation de poussières métalliques et de vapeurs nitreuses.

4° *Troubles sexuels* consécutifs vraisemblablement à l'action simultanée de certaines radiations et à l'intoxication secondaire par certains métaux, entre autre le manganèse.

A ces syndromes majeurs nous joindrons en terminant un groupe d'intérêt secondaire : les accidents cutanés, que nous décrirons rapidement.

I. — ACCIDENTS OCULAIRES

L'électricité peut atteindre les yeux de l'homme de plusieurs façons.

Des lésions observées, en effet, les unes peuvent être mises sur le compte de l'éblouissement rétinien. C'est un accident aigu, plus ou moins fugace, sans grand intérêt, et que nous n'envisagerons que rapidement; les autres sont dues à une action chimique directe agissant sur les tuniques et les milieux de l'œil. Elles nous semblent être, de loin, les plus importantes. C'est à leur étude que nous nous attacherons principalement.

Les lésions de cette espèce ont été fort mal connues jusqu'au moment où des sources artificielles assez intenses ont été à même d'agir sur l'œil. On peut voir les premières dans les usines utilisant des courants de fort voltage et où les court-circuits accidentels ne sont pas rares, mais l'on observe les secondes avec une fré-

quence maxima dans les entreprises où l'on pratique en grand la soudure électrique des métaux : arsenaux, usines automobiles, constructions ferroviaires.

Les troubles oculaires consécutifs à l'éblouissement rétinien sont d'une observation fréquente et d'un pronostic bénin. Ils sont dus au fait que le sujet, par suite d'une fausse manœuvre ou d'une négligence, a été exposé pendant un temps plus ou moins prolongé, mais n'excédant guère quelques secondes en général, à l'aveuglante clarté de l'arc électrique. C'est ce que les ouvriers nomment le « coup d'arc » ; ils y sont exposés journellement.

Le symptôme majeur que l'on observe est évidemment la sensation d'éblouissement, c'est-à-dire, une sensation lumineuse intense même lorsque les yeux sont fermés. La durée de cet éblouissement est en général fort courte : en quelques minutes au plus il disparaît progressivement.

Accessoirement peuvent survenir des phénomènes secondaires, érythropsie et diminution passagère de l'acuité visuelle, mais ils n'apparaissent jamais à un degré alarmant et restent toujours légers et surtout fugaces. Enfin, on note aussi quelques signes physiques très discrets et qui n'ont rien de constant : un peu de larmolement et de rougeurs des paupières sont les plus fréquemment observés.

Les troubles dus aux radiations U. V. et I. R. sont beaucoup plus importants. Ils se produisent, en dépit de l'écran en verre protecteur dont l'arco-soudeur fait usage, soit par suite d'une susceptibilité exagérée des yeux, soit par suite d'une insuffisance de protection ou d'une négligence de l'ouvrier.

On en décrit deux formes : une aiguë, une chronique.

A) *La forme aiguë* est une kérato-conjonctivite variable dans l'importance de ses manifestations comme dans celle de son évolution.

Les symptômes de cette kérato-conjonctivite apparaissent en général quatre à huit heures après l'exposition.

Le début se fait par des *picotements conjonctivaux* comparés par le sujet à une sensation de sable dans les yeux : « j'ai une poussière dans l'œil » dit-il. Ces picotements initialement légers, s'exagèrent rapidement pour devenir bientôt des plus pénibles, intolérables même, allant jusqu'à supprimer le sommeil.

Ils s'accompagnent, d'une façon constante, d'hyperhémie conjonctivale et d'injection périkératique : des vaisseaux volumineux émergent des angles de l'œil, s'étalent en éventail sur la cornée, tandis qu'en un segment du pourtour cornéen on note les signes d'une légère injection périkératique.

Mais ces deux signes ne sont pas de longue durée et disparaissent fort vite.

Un phénomène plus tenace est constitué par la *sécrétion conjonctivale*, très précoce, assez abondante, en rapport avec l'hyperhémie conjonctivale. Cette sécrétion présente ce caractère particulier d'être beaucoup plus abondante la nuit que le jour où elle disparaît presque complètement. Elle est le plus souvent amicrobienne et l'on y trouve que de rares polynucléaires, à moins qu'il ne survienne une infection surajoutée, auquel cas on peut y rencontrer quelques cocci, ou même du bacille de Weeks.

L'examen de l'œil montre que la cornée et le cristallin sont intacts, mais que l'iris, s'il ne présente pas de lésions anatomiques visibles, n'en est pas moins lésé dans sa motricité.

Les troubles des réflexes pupillaires ne sont pas rares, en effet, lors de cette kérato-conjonctivite : les ré-

flexes accommodatifs, lumineux et consensuels, sont retardés et fugaces.

A l'ophtalmoscopie on note enfin une décoloration de la papille assez fréquente.

Les troubles fonctionnels ne sont pas moins importants. Un signe tenace et de longue durée est *la diminution de l'acuité visuelle*, qui dans certains cas ne revient jamais à son état antérieur. Elle s'accompagne toujours d'un signe constant, dès le début des troubles, la *photophobie*, avec son corollaire le *blépharospasme*. Ces deux symptômes persistent pendant une longue période de l'évolution de la maladie et disparaissent à mesure que les autres signes s'améliorent. On a pu les attribuer à l'inflammation conjonctivale, il n'en est rien car ils persistent encore longtemps après la disparition de celle-ci. L'opinion la plus acceptée est qu'ils sont d'origine rétinienne.

La durée de ces phénomènes aigus est conditionnée par la durée d'exposition et par l'intensité de l'arc : en général, elle ne dépasse pas 24 à 48 heures, sauf en ce qui concerne la sécrétion conjonctivale, mais les souffrances oculaires sont, pendant 5 à 6 heures, d'une acuité insupportable.

Certes, la susceptibilité individuelle joue un rôle très important et la symptomatologie en rapport avec la constitution individuelle peut être très différente selon les cas. Mais il y a un certain rapport (qui n'est pas constant d'ailleurs) entre les phénomènes et l'intensité, la distance de la source et la durée de l'exposition de l'œil à l'action des rayons. On connaît des cas de kérato-conjonctivite chez des ouvriers qui passaient à 10 mètres d'un poste de soudure électrique et qui n'ont pu être atteints par les radiations que de côté.

Les individus dont le système nerveux est déficient peuvent présenter aussi de l'asthénopie même après une minime exposition; ils peuvent également présen-

ter des symptômes nerveux plus graves qui touchent à l'hystéro-traumatisme.

B) *La forme chronique* est caractérisée par une sclérite diffuse due à l'action combinée des radiations lumineuses et calorifiques.

Cette forme se caractérise par une sensation de fatigue, de tension des globes oculaires qui deviennent douloureux à la pression et, en même temps, par une sensation de sécheresse de la cornée, et de la conjonctivite.

Les bords palpébraux sont rouges et recouverts d'une sécrétion muqueuse mellicérique, surtout abondante la nuit.

Les conjonctives palpébrales sont injectées et les vaisseaux fortement congestionnés. Dans certains cas, on a même observé un cercle périkératique avec lésion de l'iris.

Pendant le travail, les fibres du sphincter pupillaire sont soumises à un effort intense, d'où myosis marqué. Au bout d'un certain temps, ce myosis rétrocede. C'est à ce moment que débutent des troubles sérieux : la rétine, moins bien défendue par l'iris, souffre de la stimulation anormale à laquelle elle est soumise et présente des symptômes persistants dont les plus marqués sont : vision indistincte, sensation de fatigue, pesanteur et tension encéphalitique; parfois même, crises de céphalée intense, vertiges, nausées, vomissements.

L'examen ophtalmoscopique montre un léger degré d'injection des vaisseaux pupillaires et rétiniens. La cessation du travail fait disparaître ces troubles, mais ne redonne plus la résistance primitive à l'appareil visuel car il suffit d'un court travail à l'arc pour les faire de nouveau réapparaître, et cela, avec une vigueur particulière qu'ils ne présentaient pas lors de la première atteinte.

II. — TROUBLES PULMONAIRES

L'irritation incessante du parenchyme pulmonaire par les vapeurs métalliques et les poussières minérales est l'occasion fréquente de lésions matérielles de cet organe. En effet, l'examen médical des arcosoudeurs révèle presque toujours l'existence d'affections respiratoires chez les sujets observés.

Toutes ces particules sont vulnérantes, mais elles ne sont pas pathogènes au même degré, de sorte que, suivant leur nature même, ou l'intensité de l'inhalation, leur action peut aboutir à l'un de ces trois syndromes :

— Un syndrome d'évolution aiguë à type broncho-pneumonique.

— Un syndrome d'évolution chronique à type de pneumokoniose.

— Un syndrome rappelant la granulomatose maligne.

A ce point de vue cependant, on peut distinguer l'action des poussières de silice, de chaux, qui semblent avoir une action purement locale, de celle des particules de fer, et autres métaux dont l'action est plus générale que locale et qui créerait ainsi des affections aiguës plutôt que de véritables pneumokonioses.

Le syndrome aigu broncho-pneumonique se rapproche sensiblement de celui observé après intoxication par les gaz de combat.

Il survient assez tardivement après une incubation de 4 à 5 jours pendant laquelle le malade accuse un malaise fébrile qui va grandissant.

Les manifestations sont discrètes au début. La température est voisine de 38-39°5, le pouls rapide et hypertendu. Puis surviennent des frissons, des points de côté multiples et de localisation vague. Enfin, dans la

règle, s'installe une gêne respiratoire avec toux discrète et avec elle cet état d'anxiété si commun dans tous les accidents pneumoniques. L'examen de l'appareil respiratoire montre un minimum de signes : en des zones diverses, on note une simple diminution du murmure vésiculaire, avec de rares sous-crépitants. Dans le reste du champ pulmonaire, quelques râles sibilants.

Bientôt ces signes se précisent : la température monte, le pouls s'affaiblit, les urines deviennent rares, la toux s'accroît, les points de côté deviennent plus intenses, l'état général baisse. La dyspnée augmente, mais l'expectoration est toujours rare, et pourtant, en opposition avec ces signes inquiétants, l'auscultation ne révèle jamais que des signes respiratoires très frustes : des sibilants banaux disséminés dans les deux champs, avec, aux bases, des foyers discrets de râles sous-crépitants ou crépitants.

L'évolution est très variable.

— dans la majeure partie des cas observés, elle fut défavorable : en 24 à 48 heures, la défaillance cardiaque, l'adynamie emportèrent le malade.

— dans quelques autres cas, elle fut plus heureuse : les signes s'amendèrent entre les cinquième et huitième jours, pour disparaître peu à peu.

Le syndrome de pneumokoniose semble présenter plus d'intérêt tant à cause de sa plus grande fréquence que des lésions anatomo-pathologiques rencontrées.

Les signes sont, à des détails près, identiques, quelles que soient les particules inhalées. Et nous les classerons, suivant leur évolution, en deux périodes :

— une période de début où la symptomatologie est réduite au minimum,

— une période de pneumokoniose confirmée où la maladie se révèle avec ses caractères dominants.

Dans la période de début ne se manifestent guère

que des signes banaux d'irritation (ces signes, il nous a été donné de les observer chez la quasi-totalité des soudeurs observés — 450 observations recueillies). L'action nocive des poussières ne s'observe encore qu'insidieusement et moins sur les fonctions du tissu pulmonaire que sur sa nutrition.

Il ne s'agit alors que d'une irritation laryngée simple, avec toux sèche, surtout fréquente le matin au réveil et déterminant une expectoration banale muco-purulente, sans caractères particuliers.

Ces signes physiques sont encore à l'extrême minimum, sans intérêt : laryngite catarrhale, quelques râles disséminés de bronchite. L'état général reste satisfaisant quoique l'on note déjà une nette propension du sujet à contracter rhumes et bronchites. La radio ne montre rien de notable.

Les choses en restent là un temps variable : plusieurs mois, quelques années même. Puis, au cours d'une seconde période, l'évolution s'aggrave.

Les premiers symptômes qui attirent l'attention sont l'oppression et la dyspnée d'effort.

L'oppression s'accompagne souvent de points de côté, rarement bien localisés, plutôt diffus, à type de barre sus-mamelonnaire, donnant à l'homme l'impression « d'avoir la poitrine serrée dans un étau ».

La *dyspnée*, d'abord simple dyspnée d'effort, augmente progressivement, gênant le malade dans son travail, pour devenir enfin permanente. A la longue même, elle peut s'accroître à tel point, qu'elle oblige l'homme à abandonner son métier.

La toux est rebelle, plus fréquente, ramène une expectoration abondante, toujours muco-purulente, parfois teintée de sang, contenant de nombreux polynucléaires neutrophiles et éosinophiles, des poussières minérales, des particules métalliques, ferrugineuses entre autres.

A l'auscultation, les signes constatés sont ceux d'une sclérose pulmonaire plus ou moins étendue : diminution de l'amplitude, augmentation des vibrations, submatité, tous signes souvent plus ou moins masqués par des signes de bronchite surajoutés.

A la radio les champs pulmonaires sont flous et gris dans leur ensemble. L'opacité des hiles est augmentée et ils présentent fréquemment l'aspect dit « en papillon ». On note parfois des granulations pulmonaires donnant une image granitée analogue à celle d'une granulie; et ces nodules sont en forme de grains de plomb, parfois groupés en grappes. Enfin, les ombres broncho-pulmonaires se détachent avec une grande netteté.

En même temps l'état général fléchit : on peut noter de l'anémie, avec fatigabilité, transpiration fréquente, vertiges, céphalalgies. Au point de vue cardiaque, on a parfois relevé une hypertrophie du ventricule droit.

A ce stade, les complications ne sont pas rares, bronchites, congestions pulmonaires, et surtout tuberculose qui apparaît alors soit comme une association, soit comme une complication terminale. Quelles sont d'ailleurs les causes qui régissent l'apparition de la tuberculose au cours de l'évolution de la pneumoconiose des arco-soudeurs ? De nombreux facteurs ont été invoqués et les opinions sur les relations existant entre les deux maladies sont contradictoires. On peut dire, qu'actuellement, le problème n'est pas résolu. Ce que l'on peut soutenir d'une manière vraisemblable c'est qu'il faut tenir compte de plusieurs facteurs, entre autres, le traumatisme occasionné par les particules métalliques et minérales, la toxicité propre de ces particules (en particulier de la silice), l'état d'hypo-résistance du tissu pulmonaire lésé et mal nourri en raison de la médiocrité fréquente de l'état

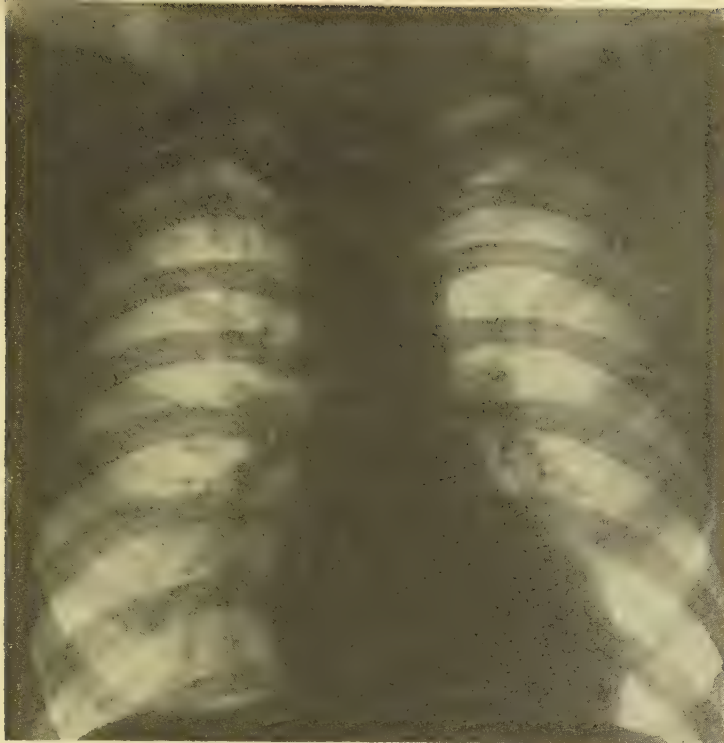
général, enfin le réveil possible d'une atteinte tuberculeuse latente.

L'évolution de cette pneumokoniose se ferait, d'une façon habituelle, vers l'aggravation, c'est-à-dire, vers la sclérose progressive le plus souvent diffuse, parfois localisée et fréquemment compliquée d'une autre affection pulmonaire terminale.

Disons un mot rapide en terminant ce chapitre, sur deux cas observés par le Prof. CHAVIGNY, de syndrome rappelant la maladie de HODJKINS. A l'autopsie, le diagnostic fut confirmé et ainsi que le dit CHAVIGNY dans sa communication « quoique dans la littérature on ne
« trouve aucun cas relaté de maladie des soudeurs
« ayant donné naissance à l'évolution d'une granulo-
« matose maligne, cependant les conditions relatées
« au dossier de ces deux affaires conduisaient au
« point de vue médico-légal à admettre comme très
« vraisemblable qu'il y ait eu relation de cause à ef-
« fet entre des conditions défectueuses de travail au
« cours des soudures et l'évolution à bref intervalle
« de la maladie de Hodjkins ayant abouti dans les
« deux cas à la mort ».

Que faut-il conclure de ces faits ?

Il est peut-être encore prématuré d'en tirer une conclusion. Quant à affirmer catégoriquement que l'arco-soudure est la cause de l'apparition de cette granulomatose maligne, les notions que nous avons sur l'étiopathogénie de cette maladie sont encore trop imprécises pour nous y autoriser, mais, cependant, il n'est pas interdit de se demander si cette arco-soudure n'a pas eu au moins une action déterminante dans l'apparition de la maladie. Il appartient à l'avenir de nous répondre. D'ailleurs, la documentation et l'observation nous font défaut pour poser dans toute leur rigueur les données de ce problème.



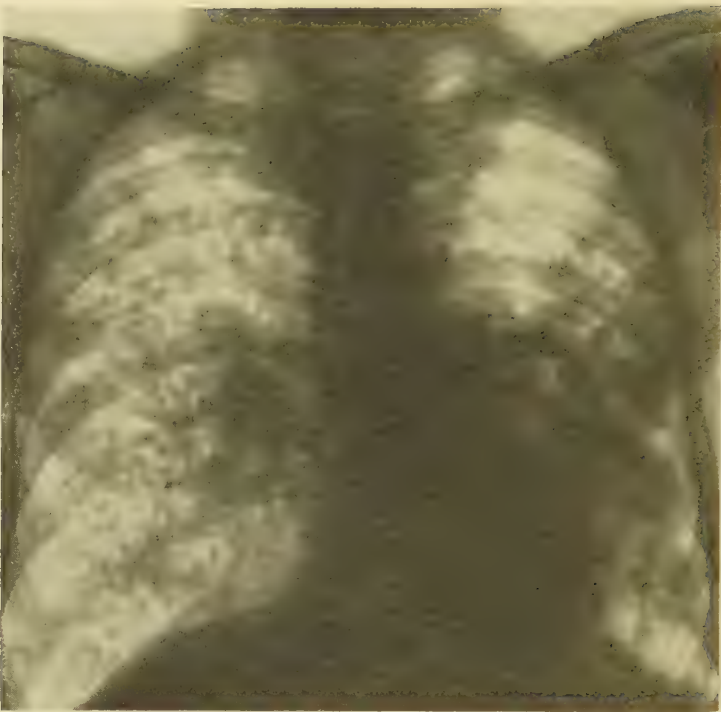
Cliché Alizon.

Exagération des ombres broncho-vasculaires et accentuation de la trame pulmonaire. Présence d'éléments fibreux et calcifiés, altération pulmonaire de type fibrose chez un soudeur à l'arc.



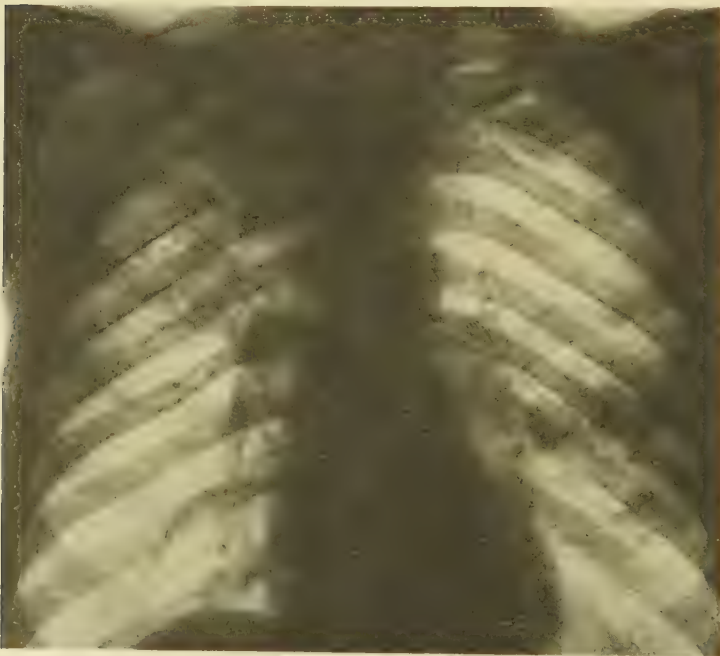
Cliché Alizon.

Exagération assez marquée de la visibilité de la trame pulmonaire et des arborescences hilaires. Pneumokoniose évoluant depuis un an à type fibrose.



Cliché Alizon.

Infiltration nodulaire confluyente congestive et évolutive de l'ensemble des deux champs évoluant depuis deux ans ; pneumokoniose à type granulique.



Cliché Alizon.

Infiltration de la moitié supérieure de l'hémi-thorax droit et de la portion moyenne de l'h.t. gauche avec éléments nodulaires confluentes. Pneumokoniose évoluant depuis un an et demi de type lobite.

III. — ACCIDENTS TOXIQUES

On observe communément, chez à peu près tous les soudeurs, à des degrés divers mais d'une façon presque constante, un certain nombre de troubles généraux qui semblent ne pouvoir être imputés à une autre cause qu'à une intoxication par les particules métalliques vaporisées au moment de la soudure.

Il ne s'agit pas là de cas de fièvre des fondeurs, car, ainsi qu'il a été prouvé par le Prof. DUVOIR, le coupable, le toxique, dans ce cas, c'est le zinc : la fièvre des fondeurs est et n'est qu'une intoxication aiguë par le zinc.

Or, s'il arrive que des arco-soudeurs manipulent du laiton, des tôles galvanisées, voire du zinc pur, et soient intoxiqués ensuite, il est bien plus fréquent qu'ils n'utilisent que des métaux plus usuels : acier pur, acier au manganèse, métal Monel, cuivre, etc... Or, même dans ces cas ils présentent les troubles qui nous occupent. On peut dire que quelle que soit l'électrode employée les troubles apparaissent.

En présence de ces faits il devient évident que ces accidents sont dus à d'autres causes que celles qui déterminent la fièvre des fondeurs de zinc.

Ces causes paraissent devoir être de trois ordres :

1° Volatilisation de particules métalliques toxiques émanant de l'électrode et de l'enrobage, au moment du passage du courant.

2° Dégagement de gaz et vapeurs toxiques provenant de l'enrobage et de la décomposition de l'air ambiant : O^3 , CO, HFl, CO^2 , vapeurs nitreuses.

3° Mauvaise hygiène du travail.

Les accidents toxiques observés peuvent se ramener à deux groupes de faits :

1° Syndrome d'intoxication proprement dit avec troubles nerveux et même parfois psychiques surajoutés.

2° Syndrome anémique, de variété et de constance variables.

1° Syndrome d'intoxication proprement dit.

Avant que d'exposer en quoi consiste ce syndrome, donnons une précision qui a son importance. Les troubles surviennent plus facilement lorsque l'homme a travaillé en atmosphère confinée. Ils sont même au maximum lorsque, pour effectuer la soudure, l'ouvrier s'est trouvé dans un endroit exigü et à peu près clos (à l'intérieur d'une chaudière par exemple ou dans le flotteur d'une balise) d'où les vapeurs produites par la soudure s'échappent avec lenteur et sont donc respirées en abondance par l'ouvrier.

Ce point de détail est un argument de valeur pour expliquer l'étiologie des troubles.

Ceux-ci consistent essentiellement en phénomènes généraux, en signes digestifs et en symptômes neuro-psychiques.

LES PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX sont dominés par un symptôme extrêmement fréquent, presque constant : *la céphalée*. Elle survient, en général, le soir, après le travail, dure le plus souvent la majeure partie de la nuit, pour se dissiper au petit matin. Elle est parfois suffisamment intense pour empêcher le sommeil, ou pour réveiller le malade à plusieurs reprises au milieu de la nuit. Elle est exagérée par la lecture, le bruit, l'exposition à la lumière et même à l'air. Elle est le plus souvent à type névralgique, occipitale ou frontale; lorsqu'elle est modérée, elle est comparée

par le sujet à une sensation de pesanteur, de casque enserrant la tête, plus vive c'est une sensation de barre sur le front qui peut être extrêmement pénible.

Enfin, fait caractéristique, cette céphalée est rebelle à tous les analgésiques.

A côté de ce symptôme dominant, on en note quelques autres moins saillants, mais aussi fréquents : on observe, en effet, souvent de la courbature, de l'asthénie, une sensation d'engourdissement, qui amènent parfois le sujet à consulter dans l'ignorance de la cause de ces troubles. Les sueurs nocturnes ne sont pas rares. Assez souvent, surtout après une journée de travail assez intense, il survient la nuit une sensation pénible de gêne présternale semblable à celle que produirait un poids comprimant le thorax, ou même une sorte de constriction laryngée qui s'oppose à l'entrée de l'air dans les voies respiratoires. Le cœur est lui-même parfois touché : ses battements apparaissent modifiés dans leur fréquence, et aussi parfois dans leur rythme. La fonction urinaire est modifiée, en ce sens que la quantité d'urée excrétée en 24 heures est moindre que dans les conditions normales.

Enfin, à ces désordres s'ajoutent des vertiges, surtout le matin au réveil et quelquefois dans le jour.

LES FONCTIONS DIGESTIVES sont habituellement troublées ; l'anorexie est la règle, surtout le soir après le travail, fréquemment élective pour les graisses, viandes, sucres. La soif est dévorante. Si l'homme cesse, pour une raison quelconque son travail pendant quelques jours, l'appétit revient. Les digestions sont difficiles. L'amaigrissement est commun, consécutif à la dénutrition générale.

C'est l'estomac qui réagit surtout aux premières atteintes du mal : sensations douloureuses diverses, impressions de « fumées dans l'estomac », aigreurs, et surtout pituites matutinales.

Ces pituites présentent un aspect particulier : une sensation pénible de nausée en est le phénomène précurseur. Puis le vomissement s'effectue, tantôt à la suite d'une toux fatigante, tantôt à la suite de violents serremments de gorge. La matière vomie ne dépasse pas un ou deux verres. C'est soit un liquide blanc, filant, visqueux presque transparent, soit un liquide jaune-verdâtre, coloré par une plus ou moins grande quantité de bile.

LES TROUBLES NEURO-PSYCHIQUES se manifestent par des rêves, des cauchemars, de l'insomnie, à quoi se joignent même dans quelques cas, des modifications du caractère.

Le sommeil est difficile, malgré la fatigue de l'individu, peu prolongé, n'excédant guère quatre à cinq heures, souvent pénible et presque toujours troublé par des rêvasseries ou des songes effrayants. Les rêves ont, dans ce cas particulier, une allure spéciale, propre aux rêves des sujets présentant une intoxication : ils ne sont pas seulement tristes, mais étranges et surtout terrifiants. Ce sont des rêves professionnels le plus souvent, évoquant des accidents de travail horribles, des difficultés insurmontables dans l'exécution de la tâche, ou bien des scènes de mort, de disputes, de drames.

Le caractère présente également des modifications qui, sans être absolument constantes, sont assez souvent rencontrées pour pouvoir être signalées. Le sujet devient triste, quelquefois indifférent, plus volontiers irritable. Il a de brusques colères, alternant avec des phases de dépression, de découragement, qui ne sont pas sans lui créer des difficultés dans ses relations avec son employeur ou avec ses compagnons.

L'évolution de ces troubles est subordonnée à l'importance et à l'ancienneté de l'intoxication.

Les cas légers ne tardent pas à s'améliorer lorsque

l'on a affaire à des soudeurs occasionnels ou lorsque le malade change de métier (d'où la négation des troubles par beaucoup de médecins d'usine). Les cas plus sérieux nécessitent non seulement le même changement, mais encore des soins spéciaux.

A côté de ce syndrome toxique que l'on constate chez une majorité de soudeurs n'utilisant que des électrodes usuelles, un certain nombre de cas ont été observés où l'ouvrier présentait une atteinte réelle *de fièvre des fondeurs*.

Mais il ne peut s'agir là que de troubles accidentels sans rapport direct avec l'arco-soudure et dûs seulement à ce que l'ouvrier a manipulé du zinc soit directement en soudant par exemple des tôles galvanisées, soit indirectement en utilisant — fait assez rare — des électrodes de bronze.

De sorte que, s'il est vrai que les arco-soudeurs peuvent présenter d'occasion des accès de fièvre du zinc, cette affection n'a, d'une manière générale, aucune relation avec l'arco-soudure. Nous insistons sur ce fait, le syndrome d'intoxication des arco-soudeurs n'est pas la fièvre des fondeurs.

Nous rappelons seulement en bref la symptomatologie de ce syndrome qu'il nous a été donné d'observer plusieurs fois et pour cela nous ne croyons pas pouvoir mieux faire qu'emprunter la description claire et concise du Docteur Marcel PINARD.

« Après avoir travaillé normalement pendant plusieurs heures, c'est-à-dire vers la fin de la journée
« ou dans la nuit qu'il suit, l'ouvrier est atteint d'un
« malaise général : fatigue allant jusqu'à la sensation d'évanouissement, baillements, douleurs dans
« les membres, céphalée, frissons, sensation de sécheresse et chatouillements dans la gorge et la trachée, toux.

« Dans les cas graves : frisson violent et tempéra-

« ture pouvant atteindre 39 à 40°, avec courbature,
 « céphalée, nausées, vomissements, parfois convul-
 « sions, hallucinations.

« Pendant l'accès, congestion du visage, des con-
 « jonctives. Parfois troubles pulmonaires avec dys-
 « pnée.

« Après quelques heures et, dans les cas graves,
 « seulement le lendemain matin, chute de la fièvre,
 « sueurs profuses.

« L'accès est terminé ; le malade reprend son tra-
 « vail dès le lendemain matin.

« La répétition de l'accès le lendemain est rare.
 « On peut avoir un seul accès par an, ou 10 accès
 « par an, ou parfois 15 accès de suite...

« L'accès de fièvre isolé est inoffensif. Seule sa ré-
 « pétition peut entraîner des troubles de l'état géné-
 « ral : amaigrissement.

« La réceptivité vis-à-vis de la fièvre des fondeurs
 « varie suivant les ouvriers.

« Il ne semble pas qu'il y ait lieu à traitement, puis-
 « que tout guérit sans séquelles en quelques heures.
 « Cependant la fièvre des fondeurs peut être plus sé-
 « rieuse s'il s'ajoute du plomb au zinc (démolition au
 « chalumeau des vieux navires) ».

Nous n'ajouterons à cette claire description que quelques précisions de détail : les accès sont plus fréquents chez les buveurs, les gros mangeurs, les tarés. Certains sujets témoignent d'une sorte d'accoutumance après quelques crises tandis que pour d'autres les accès fébriles persistent.

Quant au sang, il présente généralement une anémie ainsi qu'une lymphocytose rappelant celles dues au saturnisme ; en aucun cas on a encore observé de granulo-basophilie.

En ce qui concerne les urines, on note fréquemment une notable indicanurie et, dans un seul cas, on a

même observé la présence de glucose, d'acétone et de pigments biliaires.

En terminant, nous ferons cette seule remarque que lorsque les arco-soudeurs sont exposés à des vapeurs zinciques, le danger qu'ils courent à inhaler ces vapeurs est plus grand que pour les ouvriers de fonderie de zinc, car ils doivent souvent travailler dans des endroits mal aérés et peu spacieux et ils doivent se pencher sur le métal en fusion pour surveiller de très près l'exécution de leur travail.

2° Syndrome anémique.

Chez les ouvriers travaillant à la soudure électrique l'anémie est un phénomène très fréquent. Nous avons été à même de l'observer chez une grande partie des sujets que nous avons examinés, mais les signes en sont toujours restés ceux d'une anémie discrète n'affaiblissant pas sensiblement le sujet. Il n'existait qu'un minimum de signes, peu ou pas d'amaigrissement, peu ou pas de décoloration des téguments, ni des muqueuses. L'individu se plaignait seulement parfois d'une légère diminution de ses forces et d'une fatigabilité anormale. La formule sanguine seule révélait un léger fléchissement du nombre des hématies à 4.000.000 ou 4.500.000, sans leucopénie, ni diminution du taux de Hb., ni de la valeur globulaire. Cependant, nous avons fait la remarque que les temps de saignement et de coagulation sont toujours augmentés très sensiblement, ce qui nous a semblé caractéristique.

Nous pouvons néanmoins apporter trois observations, dont l'une fort intéressante de O.-C. NICKUM où les signes ont été plus importants.

Dans les deux premières, qui sont personnelles, les malades, sans offrir un état alarmant, ont présenté des symptômes nets et que l'on pouvait rattacher à l'influence du métier. C'étaient les signes habituels de l'anémie : lassitude, asthénie, fatigue rapide, essoufflement au moindre effort, pâleur.

Au laboratoire l'examen du sang montrait une diminution des hématies et du taux de Hb. Les globules blancs sont apparus comme peu atteints, quoi qu'on ait noté, toutefois, un début de leucopénie avec diminution des polynucléaires.

Le nombre des plaquettes semblait abaissé, mais on ne l'a pas vérifié avec exactitude. Les temps de saignement et de coagulation étaient augmentés.

Voici les formules sanguines de ces deux sujets : On remarquera que la diminution des hématies et celle de l'Hb ne sont pas parallèles, les hématies présentent une diminution déjà notable, alors que sur l'Hb, l'action est moins marquée. Pour ce qui est de la valeur globulaire, elle reste en rapport avec le nombre des hématies, il ne s'agit donc pas d'une anémie hyperchrome :

	Hématies	V.G.	G.B.	Hb	T. de saignement
Obs. 3...	3.400.000	1,01	5.600	85	5'30
Obs. 4...	3.800.000	1,10	6.200	80	6'30

La troisième observation relate le cas d'un soudeur sans aucun passé pathologique, qui travaillait dans un atelier non ventilé et qui présentait un syndrome d'anémie aplastique qui variait d'intensité selon que l'homme se livrait ou non à l'arco-soudure et qui finit par aboutir à la mort.

Les habitudes de vie de cet homme étaient toutes en faveur d'une bonne santé, il ne fumait, ni ne buvait et ses antécédents personnels ou héréditaires

n'offraient rien de remarquable. Rien n'indiquait une tendance familiale à la dyscrasie sanguine. Par la suite, à l'autopsie on ne trouva aucun signe anatomo-pathologique pouvant expliquer l'anémie par l'existence d'une maladie quelconque.

Le début des accidents commença peu après l'emploi de la soudure à l'arc, et les signes variaient d'intensité selon la durée du temps que cet homme consacrait à son travail et surtout selon le type d'électrode dont il se servait.

Par temps chaud, de larges fenêtres ouvertes à chaque bout de l'atelier, ses migraines et sa lassitude étaient moindres ; mais elles étaient bien plus fortes lorsque l'air était stagnant ou lorsqu'il travaillait à l'intérieur de pelles automatiques, ou de chaudières.

Dans certains cas, lorsqu'il se servait d'un baton d'acier nu en guise d'électrode, aucun symptôme ne s'observait, mais lorsqu'il se servait d'électrodes enrobées, il notait des variations dans la couleur et la quantité de la fumée, et plus l'enrobage de l'électrode était compliqué, plus il ressentait par la suite de symptômes.

Les accidents terminaux débutèrent après dix-huit mois de travail par des épistaxis continuelles et importantes s'accompagnant bientôt d'une asthénie extrême avec dyspnée, céphalées, pâleur intense et gros amaigrissement.

Puis des hémorragies cutanées et gingivales apparurent, ainsi que des troubles dyspeptiques et des palpitations qui amenèrent l'hospitalisation du malade.

La formule sanguine était la suivante lors de divers examens.

	H.	G.B.	Hb.
1 ^{er} examen.	560.000	900	14 %
		poly. 36 %	
		lympho. 45 %.	
2 ^e examen.	900.000		21 %
3 ^e examen.	1.400.000		25 %

Malgré tous les efforts, l'état du malade s'aggravait progressivement et la mort survint au bout de deux mois.

A l'autopsie on trouva des hémorragies séreuses et muqueuses sous forme de plaques ecchymotiques sur la plèvre et la muqueuse vésicale, ainsi qu'une dégénérescence du foie.

Une enquête fut ouverte et l'analyse des enrobages d'électrode révéla de notables proportions de sels de phosphore, d'arsenic et de cuivre.

L'opinion des enquêteurs fut qu'il s'agissait là « d'un cas similaire à l'empoisonnement phosphoreux », mais ils n'ont pas nié l'influence possible de l'arsenic, du cuivre ni celle des oxydes ferreux et de tout autre corps que pouvait contenir l'électrode.

Et l'on conclut en définitive que l'accident pouvait être attribué à l'influence des produits dégagés par l'arco-soudure, qu'il y avait là « une relation de cause à effet certaine ». L'auteur lui-même a la conviction que dans les enrobages ou électrodes dont on se sert, il y a des constituants chimiques qui produisent une destruction du tissu sanguin. Il ajoute même en terminant qu'il lui a été déjà donné d'observer des signes de malaise chez de nombreux soudeurs et qu'il est certain que ces ouvriers sont incapables de travailler longtemps dans leur profession.

IV. — IMPUISSANCE

L'arco-soudure a fréquemment été invoquée comme une cause d'impuissance génitale. Divers facteurs ont été incriminés, mais rien de définitif n'a encore été établi et nous en sommes toujours aux hypothèses.

C'est pourquoi les données que nous avons pu recueillir sont, dans l'ensemble, des plus imprécises quant aux conclusions. Elles montrent cependant que la question est posée.

*Soutenue par plusieurs, en particulier CAROZZI, HOLSTEIN et BEINTKER, niée par d'autres, surtout les auteurs allemands, la cause même de cette impuissance n'est pas encore nettement déterminée.

Pour la plupart des auteurs, elle serait due à une intoxication chronique d'origine métallique ou gazeuse ; d'autres invoquent une origine uniquement psychique.

Mais l'influence des radiations, par contre, n'a été que rarement invoquée et semble d'autant plus improbable que la physiothérapie utilise les rayons U.V. dans la thérapeutique de l'impuissance.

Pour sa part, HOLSTEIN pense plutôt à des troubles nerveux de nature hystérique ou neurasthénique.

Ce que l'on a incriminé aussi, en particulier les Russes et les Américains, c'est l'action de l'intoxication saturnine au cours de laquelle POSENER a relevé une atrophie testiculaire assez constante que STORKENSTEIN aurait mise en relation avec la présence d'endartérite saturnine.

L'avis de CAROZZI, auquel nous nous rallions, est qu'il faudrait plutôt mettre en jeu la composition des électrodes, celles-ci contenant fréquemment des sels métalliques qui sont volatilisés comme nous l'avons vu au moment de la soudure, et inhalés par l'ouvrier.

C'est ainsi qu'à l'occasion de l'emploi d'électrodes au manganèse, on a relevé des signes de manganisme fruste et notamment de l'impuissance.

Pour notre part, il nous a été donné de relever plusieurs cas d'impuissance chez des arco-soudeurs, hommes jeunes et robustes, ne présentant aucun signe pathologique pouvant expliquer ces troubles.

Ces ouvriers utilisaient tous d'ailleurs des électrodes à l'acier-manganèse depuis plusieurs mois, ce qui semble corroborer l'hypothèse émise par CAROZZI.

OBSERVATIONS

OBSERVATION I (*Personnelle*)

KERATO-CONJONCTIVITE, ASSOCIÉE A QUELQUES TROUBLES GÉNÉRAUX

M., André, 25 ans, soudeur depuis trois mois. Durée quotidienne des heures de travail : 8 heures en deux fois. Aucun antécédents personnels ou héréditaires notables. Pas d'éthylisme.

Vu le 26 janvier 1938.

Présente depuis un mois des troubles oculaires subjectifs qui se sont accentués progressivement : picotements conjonctivaux, sensation de gravier, de sable sous les paupières, d'intensité variable, mais assez intense quelquefois, pour troubler le sommeil. Légère photophobie. Il existe une sécrétion conjonctivale assez abondante, surtout la nuit, que l'examen bactériologique a révélé amicrobienne. Diminution de l'acuité visuelle : O.D.: 7/10; O.G.: 9/10. Notable hyperhémie conjonctivale.

A ces signes se joignent anorexie, torpeur post-prandiale, insomnie, irritabilité. Interrompt son travail 15 jours; dès la première semaine, les signes oculaires s'amendent pour avoir disparu presque complètement au moment de la reprise du travail. A cette époque, on notera une reprise très nette de l'appétit et beaucoup moins de nervosisme.

Le malade, revu fin avril, se plaint à nouveau de congestion des paupières, picotements, sécrétion conjonctivale. Son état général est satisfaisant.

OBSERVATION II (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION PAR VAPEURS MÉTALLIQUES IMPUISSANCE

H... Gaston, 31 ans, soudeur depuis deux ans. Durée quotidienne des heures de soudures : 6 heures. Aucuns antécédents personnels, héréditaires ou neurologiques notables. Pas d'éthylisme, ni d'antécédents vénériens.

Vu le 5 janvier 1938.

Utilise, presque uniquement, depuis 15 mois, des électrodes acier-manganèse. Travaille en atmosphère confinée (intérieur de chars d'assaut).

Se plaint depuis le début de troubles qui vont s'accroissant, céphalée fréquente, surtout vive le soir après le travail, souvent intolérable, rebelle aux analgésiques, à type frontal. Courbature. Sueurs nocturnes constantes. Sommeil agité, entrecoupé de cauchemars, asthénie légère. Un peu d'amaigrissement. Quelques troubles dyspeptiques.

F.S.: Hématies 4.500.000.

Hb. 95 %.

Pas de leucopénie.

Appareil cardio-pulmonaire normal.

Temps de saignement 3'30.

T.A 13-9.

Impuissance absolue depuis six mois, ayant débuté il y a un an et demi. Rien au point de vue neurologique ou vénéréologique.

OBSERVATION III (*Personnelle*)

SYNDROME ANÉMIQUE

B... Francis, 32 ans, arco-soudeur depuis cinq ans. Durée quotidienne des heures de soudure : 12 heures. Aucun antécédent personnel ou héréditaire notable. Pas d'éthylisme. Travaille en atmosphère confinée (chaudières).

Vu le 15 mars 1938.

Se plaint, depuis environ trois ans, de malaises divers,

de diminution de ses forces, mais surtout, présente depuis environ 6 mois : lassitude constante, asthénie, essoufflement au moindre effort.

Pas de température mais signes d'anémie : pâleur des muqueuses et des téguments, anorexie, fatigabilité anormale, amaigrissement sensible (10 kgs). On ne trouve rien d'autre à l'examen.

T.A. 11-7.

Formule sanguine montre : Hém. 3.400.000; G B. 5.6000; Hgb 85 %.

Temps de saignement 5'30.

Le malade est mis au repos 15 jours traité par la méthode de Whipple. Revu le 10 avril, se sent un peu mieux, mais l'état général reste médiocre. T.A. 11-7. Formule sanguine : Hématies 4.200.000.

Reprend son travail.

OBSERVATION IV (*Personnelle*)

SYNDROME ANÉMIQUE. CONJONCTIVITE

P... Marcel, 32 ans, soudeur depuis deux ans; durée quotidienne de l'exposition à l'arc : 8 heures. Sans antécédents intéressants. Pas d'éthylisme. Travaille en atmosphère confinée (intérieur de chars d'assaut).

Vu le 27 avril 1938.

Depuis qu'il fait de l'arco-soudure, a remarqué divers troubles généraux auxquels il n'a guère prêté attention. Cependant, depuis près de dix mois, il note une diminution progressive de ses forces avec fatigue rapide. Troubles du sommeil qui est court et agité. Amaigrissement. Anorexie. Sueurs nocturnes. Pas de signes pulmonaires ou autres pouvant expliquer ces symptômes. Rien à la radio.

T.A. 11-7.

Examen de sang : Hématies 3.800.000; G B. 6.200; Hgb 80 %. Temps de saignement 6'.

A signaler que cet homme se plaint de douleurs fréquentes dans les globes oculaires avec céphalée par crises.

Diminution de l'acuité visuelle O. D. 7/10 ; O. G. 9/10.

Congestion conjonctivale. Sécrétion mellicérique nocturne. Examen du fond d'œil négatif.

OBSERVATION V

ANÉMIE APLASTIQUE

(Extrait de Nebraska State Medical Journal O.C. Nickum)

A..., âgé de 54 ans, soudeur depuis deux ans. Sans aucuns antécédents notables, a toujours joui d'une excellente santé jusqu'à ses débuts dans l'arco-soudure. Rapidement, sa santé s'altère. Asthénie. Amaigrissement. Epistaxis. Et l'on a remarqué qu'il se plaignait surtout lorsqu'il envoyait certaines électrodes dont l'enrobage contenait, comme l'a montré l'analyse, du fluorure de Na, SO₄ Cu, Sulfate de Pb. Arsenic, amiante.

Lorsqu'on le voit pour la première fois le 17 juillet 1933, il présente une fatigue extrême, de la céphalée, une pâleur croissante, de la dyspnée, anorexie, amaigrissement et surtout de fréquentes épistaxis abondantes et prolongées.

Il entre le 29 juillet à l'hôpital. Tableau clinique inchangé.

Examen de sang : Hématies 560.000. G.B. 900 (Lymphocytes 45 %). Hgb 14 %.

Le lendemain, transfusion de 500 gr.

Examen de sang : Hématies 900.000. Hgb 20 % avec reprise des forces.

On pose le diagnostic d'anémie pernicieuse et l'on institue un traitement en conséquence. Deux jours plus tard, autre transfusion de 500 gr. Examen de sang: 1.400.000 hématies. Hgb 25 %. Culture sanguine et B. W. négatifs. Aucun signe clinique d'affection quelconque.

Les signes présentés par le malade s'accroissent, cependant, malgré la thérapeutique, et la mort survient le 28 septembre, dans une syncope.

A l'autopsie : hémorragies séreuses et muqueuses de la plèvre et de la vessie ; dégénérescence graisseuse du foie.

OBSERVATION VI (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION PAR VAPEURS DE L'ÉLECTRODE. KERATO-CONJONCTIVITE FRUSTE

G... André, 25 ans, soudeur depuis trois ans. Durée de l'exposition : 8 heures. Dysenterie pendant le service militaire (Colonies). Pas d'éthylisme. Utilise des électrodes avec acier manganèse et acier chrome nickel.

Vu le 10 mars 1938.

Sans être gravement malade, il ressent depuis un an certains symptômes plus ou moins persistants tels que céphalées fréquentes à prédominance nocturne à type de barre frontale, d'intensité variable, mais souvent fort vive et résistant aux analgésiques. Courbature, fatigabilité, frissons le soir, mais sans température élevée ; sueurs nocturnes abondantes et fréquentes. Le sommeil est court, agité, entrecoupé de rêves professionnels ; quelques troubles du caractère : anxiété, instabilité ; quelques signes discrets d'anémie, un peu d'amaigrissement, asthénie légère, un peu de décoloration des muqueuses.

Hématies : 4.800.000 ; Hb 95 %. Temps de saignement 4'. T.A. 13 1/2-10. Rien à l'examen somatique.

Se plaint, en outre, de ressentir de temps à autres, surtout après les journées de travail chargées : picotements conjonctivaux, légère photophobie, sécrétion conjonctivale la nuit ; les paupières sont collées le matin.

OBSERVATION VII (*Personnelle*)

ACCIDENTS RAPPORTÉS A L'INHALATION DE VAPEURS NITREUSES

S... André, 32 ans, soudeur depuis 10 ans. Durée d'exposition : 8 heures. Pas d'antécédents intéressants. Travaille dans un petit atelier, très mal aéré sans ventilation, où les fumées d'arco-soudure séjournent en abondance.

Quelques jours avant le début des accidents, présentait déjà un malaise fébrile qui n'avait pas retenu l'attention.

Le 1^{er} janvier 1938, il rentre de son travail très fatigué. La nuit, se plaint de maux de tête, avec dyspnée, oppression, angoisse, vague point de côté. Le lendemain matin, un médecin appelé ne trouve que peu de choses et conclut à une atteinte grippale. Le surlendemain, se trouvant mieux, l'homme retourne à son travail, mais rentre le soir, se sentant très mal : dyspnée marquée, température élevée, point de côté intense, toux fréquente avec expectoration banale muco-purulente.

A l'examen, on ne trouve que quelques crépitants et sous-crépitations aux bases avec des râles sibillants disséminés dans tout le reste des champs pulmonaires.

La guérison survient en huit jours.

OBSERVATION VIII

SYNDROME BRONCHO-PNEUMONIQUE ATTRIBUÉ AUX VAPEURS NITREUSES

(*Adlet Hermosk. Zentralblatt J. Gewerbehyg.*)

Un homme employé depuis 24 ans à l'arco-soudure, travaillait dans un très petit atelier, non ventilé; commença à présenter des troubles en janvier 1926, surtout la nuit. On notait céphalée, anorexie, respiration difficile. Le 4 mars, il se sent mal; il est dyspnéique, cyanosé, est pris de vomissements mais part cependant à son travail. Là, il a une nouvelle crise, mais au lieu d'être cyanosé, il est pâle et meurt pendant une crise de dyspnée.

A l'autopsie, on trouve des signes de pneumonie bilatérale et de dilatation cardiaque. L'expert conclut à une mort consécutive à l'exposition répétée aux gaz nitreux dégagés par l'arc.

OBSERVATION IX (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION PAR VAPEUR DE L'ÉLECTRODE. TROUBLES DIGESTIFS. IMPUISSANCE

K... Georges, 24 ans, soudeur depuis 3 ans. Durée d'exposition : 8 heures. Pas d'antécédents. Utilise électrode acier-manganèse.

Depuis deux ans, présente habituellement les troubles suivants : céphalée frontale le soir, courbature, engourdissement, sommeil agité, asthénie légère. Troubles digestifs nets. L'appétit est faible, la digestion difficile. Le matin, fréquemment, vomissements glaireux, au lever, à jeun, faisant suite à des accès de toux émétisante. Pas de signes d'éthylisme.

Examen clinique négatif. T.A. 12-8.

Depuis 10 mois, le malade se plaint d'impuissance progressive.

Examens sérologique et neurologique négatifs.

Pas d'antécédents vénériens avoués.

OBSERVATION X (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION ET IMPUISSANCE

M... Raymond, 35 ans, soudeur depuis six ans. Durée d'exposition : 8 heures.

Antécédents : pleurésie à 20 ans.

Depuis son début dans l'arco-soudure se plaint de maux persistants : céphalée après le travail, somnolence, sueurs nocturnes, asthénie, fatigabilité anormale, instabilité, pas de signes d'éthylisme.

Appareil cardio-pulmonaire normal.

T.A. 13-9.

Affaiblissement des fonctions génitales depuis plusieurs mois.

Examen neurologique et sérologique négatifs

Pas d'antécédents vénériens avoués.

OBSERVATION XI (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION. TROUBLES DIGESTIFS ET IMPUISSANCE

G... Laurent, 31 ans, soudeur depuis 9 ans. Durée d'exposition 8 heures. Aucun antécédent pathologique important.

Vu le 15 janvier 1938.

Travaille habituellement en atmosphère confinée (Intérieur de chaudières, canalisation).

Il ressent : céphalée surtout vive après le travail, somnolence mais sommeil agité. Sueurs nocturnes, toux sèche le matin suivie d'expectoration muco-purulente banale. Anorexie, nausées matutinales, parfois vomissements.

Examen des poumons et des organes digestifs négatif.

Déclare qu'il est « depuis six ans en état complet d'impuissance ».

Examens neurologique et sérologique négatifs.

Appareil cardio-pulmonaire normal.

T.A. 13-10.

OBSERVATION XII (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION ET IMPUISSANCE

N... Gustave, soudeur depuis 14 ans. Durée d'exposition : 7 heures. Antécédents : ictère il y a dix ans. Appendicectomie.

Vu le 15 janvier 1938.

Se plaint depuis quelques années de nausées le matin suivies de vomissements muqueux. L'appétit est faible. Anorexie électorale pour les graisses. Céphalées fréquentes sans horaire fixe, mais cependant plutôt le soir; une certaine dénutrition est évidente; asthénie; toux sèche le matin avec expectoration banale. A l'auscultation, quelques râles sibilants disséminés; augmentation des vibrations vocales; radio normale.

T.A. 12-8.

Impuissance totale depuis plusieurs années.

Examens neurologiques et sérologiques négatifs

Aucun passé vénérien.

OBSERVATION XIII (*Personnelle*)

PNEUMOKONIOSE

C... Joseph, 50 ans, soudeur depuis 15 ans. Durée d'exposition : 12 heures, autrefois. Actuellement : 8 heures. Aucun antécédent.

Vu le 21 janvier 1938.

Se plaint, depuis une date indéterminée, de céphalée, engourdissements, anorexie, nausées le matin. Depuis quelques mois, l'état général fléchit, asthénie, début d'anémie (hématies : 4.500.000). Transpiration facile, sueurs nocturnes, vertiges; l'attention a été attirée, il y a quelque temps, du côté de l'appareil pulmonaire. Les signes suivants sont apparus qui s'accroissent nettement à la longue : oppression, dyspnée d'effort avec point de côté mal localisé à type de barre sus-mamelonnaire. Le patient a la sensation d'avoir la poitrine prise dans un étau. La toux est rebelle, plus accentuée le matin, mais permanente. Expectoration abondante muco-purulente; à l'examen de laboratoire, pas de germes pathogènes intéressants, mais nombreux neutrophiles et éosinophiles avec traces de poussière minérale. A l'examen, diminution de l'amplitude respiratoire; augmentation des vibrations vocales; sub-matité aux deux bases; quelques râles de bronchite au sommet droit; la radio montre une exagération marquée de la visibilité de la trame pulmonaire et des arborescences hilaires. (Cf. cliché annexé).

Cœur normal. T.A. 13-9.

OBSERVATION XIV (*Personnelle*)

PNEUMOKONIOSE A TYPE GRANULIQUE

D... Paul, 39 ans, soudeur depuis 10 ans; durée d'exposition : 8 heures. Aucun antécédent.

Vu le 19 mars 1938.

Tousse depuis deux ans, le matin au réveil et aussi un peu dans la journée; toux sèche, expectoration peu abondante et banale muco-purulente.

Recherche du B.K. négative; a déjà eu deux radiographies négatives.

Actuellement, dyspnée d'effort. Oppression, point de côté de localisation vague et variable. La toux s'accroît. L'état général est médiocre. Température 37°-37°2. Recherche de B.K. négative. Inoculation au cobaye négative. Pas d'anorexie. Pas de troubles digestifs. Pas d'amaigrissement, mais asthénie, somnolence, bronchites fréquentes. Souffle systolique à la pointe. A l'auscultation, signes de bronchite, augmentation des vibrations vocales, submatité aux bases.

A la radio, infiltration nodulaire confluyente de l'ensemble des deux champs. Pneumokoniose à titre granulique, cf. cliché annexé.

OBSERVATION XV (*Personnelle*)

PNEUMOKONIOSE

F... Antoine, 35 ans, soudeur depuis 2 ans. Exposition . 8 heures par jour. Travaille en atmosphère confinée. Pas d'antécédents pathologiques notables.

Vu le 1^{er} juin 1938. Présente depuis plusieurs mois des troubles divers : picotements conjonctivaux, photophobie légère le soir, anorexie, céphalée fréquente.

Mais se plaint surtout depuis un an et demi de dyspnée avec oppression. Point de côté sus-mamelonnaire à droite,

toux rebelle, expectoration abondante. Bronchites à répétition. L'examen des crachats ne montre rien de notable. Pas de B.K., de nombreux polynucléaires neutrophiles, traces de poussières.

L'auscultation révèle des râles disséminés aux deux sommets. Cœur normal.

A la radio : infiltration de la moitié supérieure de l'hémi-thorax droit et de la partie moyenne de l'hémi-thorax gauche, avec éléments nodulaires confluents, réalisant une pneumokoniose à type de lobite (cf. cliché annexé).

OBSERVATION XVI (*Personnelle*)

ALTÉRATION PULMONAIRE DE TYPE FIBROSE

R... Louis, 40 ans, soudeur depuis 12 ans, exposition quotidienne : 10 heures par jour. Pas d'antécédents notables. Vu le 17 avril 1938.

Souffre de céphalée depuis longtemps après son travail, ainsi que de troubles oculaires : fatigue, diminution de l'A. V. mais ces symptômes ne l'ont jamais inquiété.

Depuis 2 ans : toux sèche, irritation, expectoration muco-purulente, sans B.K. actuellement, sensation d'oppression, de barres douloureuses sus-mamelonnaires, diminution de l'amplitude, augmentation des V.V., râles de bronchite.

A la radio : exagérations des ombres bronco-vasculaires, et accentuation de la trame pulmonaire. Présence d'éléments fibreux et calcifiés, altération de type fibrose. Cœur normal. T.A. 14-10 (cf. cliché annexé).

OBSERVATION XVII (*Personnelle*)

TROUBLES OCULAIRES. SYNDROME D'INTOXICATION IMPUISSANCE

S... Henri, 29 ans, soudeur depuis 8 ans. Exposition quotidienne : 8 heures. Aucun antécédent notable. Ethy-

lisme moyen (un litre, un litre et demi par jour). Travail en atmosphère confinée (canalisations, balises).

Depuis son début dans l'arco-soudure se plaint le soir de picotements conjonctivaux, parfois fort douloureux et troublant le sommeil. Les paupières sont rouges, les conjonctives hyperhémées. Abondante sécrétion conjonctivale collant les yeux au réveil.

Fréquemment, après son travail, céphalée frontale avec sensation d'engourdissement, somnolence, sommeil profond, sueurs nocturnes. Grande fatigabilité. Anorexie. Appareils cardio-pulmonaire et digestif normaux. T.A. 13-9.

Depuis 2 ans, gros affaiblissement des facultés génitales. Examen vénéréologique et neurologique négatifs. Spermoculture positive.

OBSERVATION XVIII (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION. TROUBLES OCULAIRES

M... Gabriel, 38 ans, soudeur depuis 8 ans, exposition : 8 heures par jour. Pas d'antécédents pathologiques notables. Pas de signe d'éthylisme. Utilise des électrodes acier manganèse.

Le matin : nausées avec souvent vomissements bilieux à la suite de quintes de toux émétisantes. L'appétit est faible, la digestion difficile. Amaigrissement. Céphalée tenace, plus marquée le soir procédant par crise, sueurs nocturnes, sommeil agité par des rêves professionnels ou terrifiants. Irritabilité, anxiété, vertiges, lypothymie. L'examen clinique est négatif. T.A. 12 1/2-8.

Sensation de fatigue, de tension des globes oculaires qui sont douloureux à la pression. Sensation de sécheresse de la cornée. Sensation de corps étrangers sur la paupière « de sable dans l'œil ». Les paupières sont rouges, les conjonctives injectées. On observe une abondante sécrétion surtout nocturne, qui colle les paupières au réveil. V.O.D. 7/10. V.O.G. 6/10.

L'examen de fond d'œil montre un léger degré d'injection des vaisseaux papillaires et rétiens.

OBSERVATION XIX (*Personnelle*)

FIÈVRE DES FONDEURS

L... Jean, 35 ans, soudeur depuis 12 ans. Exposition quotidienne : 8 heures. Pas d'antécédents notables. Ethylisme moyen (2 litres).

Le 27 avril, soude à bord d'un navire en construction des plaques de tôle galvanisée.

Le soir, étant ivre, il vomit en rentrant, puis courbature extrême, abattement, frissons, température à 39°, céphalée intense, agitation, un peu de délire. Le visage est vultueux. Sueurs profuses. Dyspnée sine-materia. Dans la nuit tout se calme, le sommeil survient avec transpiration abondante. Le sujet reprend son travail le lendemain, sans présenter aucun autre signe.

OBSERVATION XX (*Personnelle*)

FIÈVRE DES FONDEURS

L... François, 28 ans, soudeur depuis un an. Exposition quotidienne : 8 heures. Pas d'antécédents notables. Pas d'éthylisme avoué.

Après avoir travaillé à la démolition d'un navire, en découpant à l'arc des tôles miniumées, rentre chez lui sans troubles apparents.

Il est pris après son coucher d'un malaise caractérisé par un frisson violent avec fièvre. Nausées, vomissements, céphalée atroce. Asthénie. Ces symptômes persistent plusieurs heures, mais s'atténuent et finissent par recéder au matin. Pas de rechute.

OBSERVATION XXI (*Personnelle*)

TROUBLES VISUELS. DÉBUT D'ANÉMIE

H... Louis, 31 ans, fait de l'arco-soudure depuis 6 mois, à raison de 8 heures par jour. Aucun antécédent pathologique notable. Pas d'éthylisme avoué.

Présente depuis 2 mois environ des troubles visuels : larmoiement léger, céphalée frontale qui devient plus intense lorsque le malade ferme les yeux. Sensation de picotement conjonctival, de poussière dans l'œil. Sécrétion mucoïdienne surtout marquée la nuit : les yeux sont collés au réveil.

A l'examen, la conjonctive palpébrale est normale ; la conjonctive bulbaire est hyperhémiee. La cornée est normale. La pupille est régulière et les réflexes pupillaires sont normaux. Acuité visuelle : V.O.D.G. 10/10.

L'examen du fond d'œil ne révèle rien d'anormal.

Le malade se plaint en outre d'une sensation de malaise persistante, de céphalée, de somnolence, d'anorexie, de fatigabilité.

L'examen hématologique montre :

— Hématies 4.500.000.

— Leucocytes 6.500.

— H.B. 90 %.

Le malade est perdu de vue.

OBSERVATION XXII (*Personnelle*)

TROUBLES OCULAIRES. SIGNES D'INTOXICATION IMPUISSANCE

M... Albert, 38 ans, soudeur à l'arc depuis 8 ans. Exposition : 5 heures par jour. Aucun antécédent pathologique notable.

Se plaint depuis plusieurs mois de gastralgie avec nausées le matin, sensation de fumée dans l'estomac ; ano-

rexie. Toux d'irritation surtout marquée le matin, expectoration banale, mais présentant une teinte grisâtre. Le malade ne fume pas. Asthénie et amaigrissement. Troubles du sommeil qui est court et coupé de rêves professionnels.

L'examen clinique ne montre rien. T.A. 13-9.

Les conjonctives sont hyperhémisées. L'acuité visuelle sensiblement diminuée surtout à gauche. V.O. D. 8/10. V.O.G. 6/10.

L'examen de fond d'œil ne montre rien d'anormal.

Le malade se plaint de sensation de graviers dans les yeux, fréquemment de photophobie et souvent aussi de névralgies ophtalmiques à prédominance nocturne.

Il dit également présenter, depuis deux ans, une impuissance sexuelle complète.

Examens neurologique et sérologique négatifs.

Une blennorragie il y a 5 ans.

OBSERVATION XXIII (*Personnelle*)

SYNDROME D'INTOXICATION. ACCIDENTS RESPIRATOIRES

M... Armand, 50 ans, soudeur depuis 22 ans. Exposition : 8 heures par jour. Comme antécédents : R.A.A. dans sa jeunesse. Typhoïde à 25 ans. Vu le 10 janvier 1938.

Se plaint depuis une date qu'il ne sait déterminer exactement, mais en tout cas ancienne, quoique postérieure à son début dans l'arco-soudure, de toux sèche, quinteuse le matin, provoquant des nausées non suivies de vomissements. Expectoration muqueuse, noirâtre, parfois striée de sang. Légère dyspnée d'effort. La recherche du B.K. n'a pas été effectuée.

A l'examen des poumons, on ne trouve que des râles sibillants disséminés. La radio montre des champs flous et gris avec exagération de l'opacité des hiles.

En outre, le sujet présente : de fréquentes céphalées,

surtout après usage d'électrodes dégageant une abondante fumée. Dans ce cas d'ailleurs la toux devient plus intense et plus rebelle. On note aussi un peu d'asthénie, des sueurs nocturnes et à diverses reprises des frissons. Pas d'amaigrissement appréciable.

F.S. Hématies 4.800.000.

H.B. 100 %.

Temps de saignement 2'30.

Anorexie surtout élective pour les graisses. Pas de signes d'éthylisme. Examen général négatif.

OBSERVATION XXIV (*Personnelle*)

TROUBLES OCULAIRES A TYPE DE SCLÉRITE DIFFUSE QUELQUES SYMPTÔMES D'INTOXICATION

B... Raoul, 47 ans, soudeur depuis 5 ans. Exposition : 8 heures par jour. Pas d'antécédents importants. Pas de signes d'éthylisme. B.W.-Heicht négatifs.

Vu le 29 janvier 1938.

Depuis le début, dans l'arco-soudure, souffre le soir en rentrant chez lui de picotements conjonctivaux, sensation de sable sous les paupières. Les paupières sont fréquemment rouges, collées le matin par une sécrétion jaunâtre.

Se plaint depuis 10 jours d'une recrudescence de ces phénomènes : les conjonctives sont injectées, sillonnées de vaisseaux congestionnés. Les conjonctives palpébrales sont rouges, couvertes de croûtes mellicériques. On note un cercle d'injection péri-kératique.

Le malade se plaint de fatigue oculaire, de tension dans les globes qui sont douloureux à la pression. Quelques accès de céphalée surtout le soir à la lumière artificielle. Photophobie légère. Diminution de l'A.V. : V.O.D. 8/10. V.O.G. 6/10.

Examen du fond de l'œil : léger degré d'injection des vaisseaux papillaires et réiniens

La cessation du travail et la thérapeutique font disparaître ces troubles en quelques jours. Mais le sujet ayant repris la soudure à l'arc s'est plaint à nouveau, après un court délai, de la réapparition de ces phénomènes mais moins marqués.

On avait noté également : céphalée vespérale, sommeil agité, nausées le matin avec parfois vomissements pituitueux. Diminution de l'appétit, toux quinteuse et expectoration banale.

Appareil cardio-vasculaire normal. T.A. 15-10.

Appareil digestif normal.

OBSERVATION XXV (*Personnelle*)

EBLOUISSEMENTS RÉTINIENS

L... Guy, 25 ans, soudeur depuis trois ans. Pas d'antécédents. Pas de signes d'éthylisme.

Le 12 mars, ayant abandonné son écran protecteur à la fin de son travail, il détermine un court-circuit en posant par mégarde sa pince porte-électrodes sur la pièce à souder. Il a été exposé à la lumière éblouissante du court-circuit pendant environ 15 secondes, à la distance maximum de un mètre. Sensation d'érythroopsie, phosphènes pendant deux à trois minutes, puis retour à la normale. Il rentre chez lui 4 heures après, et là, commence à ressentir une sensation de picotements dans les yeux. La nuit, il est réveillé par une céphalée pénible et par une sensation de sable sous les paupières. Le lendemain, les conjonctives sont rouges, avec un peu de sécrétion jaunâtre sur les bords des paupières qui sont collées. Larmolement léger. Photophobie. Léger blépharospasme. La céphalée persiste; sensation de tention intra-oculaire; la conjonctive palpébrale est normale. La conjonctive bulbaire est légèrement hyperhémiee. La cornée est normale. Les réflexes pupillaires sont normaux. Acuité visuelle : V.O. D.G. 10/10^{mes}.

L'examen de l'œil ne révèle rien d'anormal.

Le 14 mars, état satisfaisant.

OBSERVATION XXVI (*Personnelle*)

SYNDROME BRONCHO-PNEUMONIQUE

Le M... Louis, 31 ans, soudeur depuis 7 ans. Pas d'antécédents intéressants. Ethylisme notable.

Le 28 mars, présente depuis 4 jours un malaise fébrile qui va s'accroissant.

Le 28, température 38°, pouls rapide à 84, hypertendu, frissons, point de côté mal localisé, Dyspnée, oppression. Toux discrète et sèche, pas d'expectoration.

A l'examen : diminution du M.V. Rares sous-crépitanes à la base droite. Quelques sibillants dans les deux champs pulmonaires.

Le lendemain, la température montre 39°5, les autres symptômes s'accroissent.

Les jours suivants : température élevée, 39°5-40°. Pouls affaibli. Urines rares. Points de côté sus-mamelonnaires; bi-latérale s'aggrave. Toux rebelle avec expectoration muco-purulente. Les voies respiratoires restent frustes. A l'auscultation : crépitanes et sous-crépitanes aux deux bases. Mort en 48 heures dans l'adynamie et la défaillance cardiaque.

OBSERVATION XXVII (*Personnelle*)

BRULURES PAR RAYONS U.V.

J... Lucien, 24 ans, présente depuis trois jours une brûlure du second degré consécutive à une exposition de deux heures à l'arc électrique, sans écran protecteur (cet ouvrier était muni de lunettes protectrices).

On observe sur le menton et sur les pommettes des brû-

lures érythémato-phlycténoïdes, de forme ovalaire, dont le grand diamètre une étendue de 5 centimètres environ.

Les phlyctènes avaient le volume d'une demi-noix environ. Elles étaient pleines d'une sérosité citrine, limpide, qui s'échappa à l'ouverture; dessous apparut le derme.

Le malade présentait quelques troubles généraux; légère augmentation de la température; accélération du pouls; état sabural des voies digestives; inappétence.

Le même sujet présente, sur les avant-bras, une forte pigmentation qui est apparue peu de temps après le début de l'arco-soudure et à la suite de brûlures érythémateuses semblables à celles de la face.

Le malade a déjà présenté, à trois reprises, un semblable syndrome.

OBSERVATION XXVIII

(Communiquée par le Professeur PICARD, de Nantes)

M. M...

C'est le 2 septembre 1937 qu'il a ressenti, vers 9 heures du matin, des frissons accompagnés de céphalée très violente bitemporale, contre laquelle deux cachets Aspro ont été sans résultat. Il se sentait courbaturé, fébrile, dut cesser son travail et s'aliter vers midi. Les symptômes dominant consistaient essentiellement dans une céphalée très violente bitemporale, des troubles urinaires et intestinaux.

Les troubles urinaires étaient essentiellement caractérisés par des envies fréquentes d'uriner (il a compté 10 mictions de 4 heures du matin à 22 heures), mictions douloureuses avec brûlures post-mictionnelles à localisation non au méat, mais dans la région périnéale avec irradiation vers l'anus et vers la base de scrotum. Ces douleurs s'accompagnant, d'une part, de douleurs sus-pubiennes exagérées par la toux ou même la respiration

profonde, d'autre part de douleurs lombo-sacrées.

Le syndrome abdominal était caractérisé par une douleur en barre transversale, très pénible. Il a été constipé pendant 2 jours. Les signes gastriques étaient à l'arrière plan, pas de nausée, un vomissement alimentaire la première nuit, banale anorexie. Cet état aigu a duré 4 jours et s'est accompagné de fièvre. Le premier jour 39° à midi, 39°7 le soir; le deuxième jour, 39° le matin, 39°9 le soir; le troisième jour, température évoluant aux environs de 38°5; le quatrième jour, aux environs de 38°. L'examen pratiqué par moi, le 13 septembre, a donné les résultats suivants :

Le foie déborde d'un travers de doigt le rebord costal à l'expiration, de deux travers de doigt à l'inspiration, sa limite supérieure est normale, sa matité sur la ligne mamelonnaire est de 17 cm. La consistance de l'organe est normale. La rate est percevable sur 4 cm.-5 cm. Le cœur est régulier. Le pouls est à 68. La tension artérielle au Vaquez est de 14-8. Les poumons ne présentent rien de saillant, à peine quelques rares sibillances. Les testicules sont normaux, pas de goutte uréthrale. Rien à dire du système nerveux, tous les réflexes sont normaux, y compris les réflexes pupillaires, pas de troubles de la sensibilité.

MESURES DE PROTECTION

Les causes des troubles pathologiques observés chez les soudeurs à l'arc étant identifiées et pouvant se ramener en somme à deux facteurs :

- toxicité des matières utilisées ou dégagées ;
- protection insuffisante.

il reste à envisager les mesures d'hygiène et de protection à prendre pour éviter l'apparition de ces symptômes.

Un certain nombre de ces mesures sont déjà en application, mais non pas toutes, et des plus efficaces. Nous ajouterons aussi que cette application des mesures de protection n'est pas toujours effective du fait de la négligence ou de l'ignorance des ouvriers et des employeurs.

Actuellement, la protection des arco-soudeurs est surtout réalisée par l'usage d'un écran protecteur qui a pour rôle de protéger la figure de l'homme contre les projections de métal en ignition et surtout contre les radiations U.V. et I.R. qui émanent du foyer de soudure.

Cet écran est constitué d'une plaque de tôle d'acier percée en son tiers supérieur d'une sorte de hublot rectangulaire fermé lui-même par une lame de verre spécial. Cet écran est tenu à la main par le soudeur.

Parfois, l'homme est muni de gants protecteurs en cuir épais et dans quelques usines, lorsqu'il soude en un endroit fixe, on l'entoure de paravents de tôle destinés à l'isoler ainsi en une sorte de cabine et à protéger ses voisins de la lumière aveuglante de l'arc.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les mesures de protection actuellement en usage.

Elles sont loin d'être suffisantes. On le concevra aisément si l'on veut bien se rappeler combien diverses et actives sont les sources de danger provenant de la soudure électrique.

Les mesures de protection et d'hygiène qu'il importe de faire adopter à l'avenir sont de deux ordres :

- des mesures de protection individuelle ;
- des mesures de protection collective.

Et l'on pourra même y adjoindre utilement un ensemble de *mesures générales* d'hygiène professionnelle destinées à assurer une meilleure hygiène dans les ateliers et tendant à assurer une meilleure répartition du travail, donc à diminuer les risques d'accidents.

I. — PROTECTION INDIVIDUELLE

Ce premier groupe de mesures, dont le caractère est d'être essentiellement préventif, est de beaucoup le plus important.

Il consiste non seulement à protéger les soudeurs contre les risques de sa profession, mais aussi à faire son éducation professionnelle d'une façon plus sévère et plus poussée qu'elle ne l'est à l'heure actuelle. Ces mesures de protection consistent, avant tout, à neutraliser l'effet des radiations et des gaz toxiques.

En ce qui concerne l'action des radiations sur l'organisme, il est évident, après ce qui vient d'être exposé, que des mesures plus sévères sont à prendre pour la protection des ouvriers. La base de ces mesures consiste en l'atténuation de l'intensité lumineuse et en la suppression des radiations calorifiques et chimiques par l'emploi de verres foncés.

On assurera donc, comme on a déjà commencé à le faire, mais d'une manière trop souvent insuffisante, la protection du visage et des yeux au moyen d'écrans et de lunettes munies de verres inactiniques spéciaux.

Mieux que les appareils tenus à la main par l'ouvrier, qui sont insuffisants et mal commodes, on préférera le port des lunettes à coquilles ou certains types d'appareils qui s'adapteront sous forme de casque, à la tête ou à la figure de l'homme. Un autre dispositif qui donne d'excellents résultats consiste en un masque protecteur, en amiante, maintenu par un serre-tête de cuir et qui protège complètement le visage, la tête et le cou. Il offre l'avantage d'assurer un isolement parfait des yeux du soudeur et permet de conserver les deux mains libres. Il présente, de plus, une grande légèreté ce qui lui permet d'être supporté sans fatigue.

En pratique, le problème se pose de la façon suivante : comment peut-on arrêter les U.V. provenant des sources de lumière artificielle ?

On peut dire de prime abord que les lunettes à bon marché, fréquemment utilisées de nos jours, sont bien rarement parfaites, et qu'il serait bon de se rallier à la proposition faite par les ASSOCIATIONS POUR LA SOUDURE AUTOGÈNE de créer un certificat de garantie pour les verres de lunettes.

La discussion reste ouverte en ce qui concerne la couleur des verres qui serait la plus efficace pour protéger les yeux des soudeurs à l'arc. Les verres que l'on a proposés sont nombreux et divers, mais seuls les assemblages de verres rouges et verts semblent avoir donné satisfaction.

D'une manière générale, on peut dire que tous les verres, soit jaunes, soit verts, soit ambrés, soit jaunes-verts, ont un pouvoir d'absorption qui paraît satisfaisant contre les ultra-violets ; contre les rayons infra-

rouges, les verres les plus efficaces sont les verres rouges.

Le vert, en particulier, aurait un pouvoir absorbant total pour les rayons ultra-violetes et un pouvoir d'absorption presque complet (95 %) pour les rayons infra-rouges.

De plus, signalons qu'une maison française a créé, il y a quelques années un verre d'une teinte vert-sombre qui pourrait être substitué, avec beaucoup d'avantages, à la combinaison de verres utilisée jusqu'à ce jour. Ce verre absorbe la presque totalité des U.V. et des I.R.

Il serait souhaitable que l'usage de ce verre se généralisât, car nous avons remarqué que partout où il est utilisé, la présence et la gravité des accidents oculaires sont au minimum.

Les verres que l'on emploiera doivent, de toute façon, être incassables.

Il est nécessaire de les remplacer chaque fois qu'ils seront obscurcis par le piquetage dû à la projection des particules métalliques en ignition.

Les lunettes seront fermées sur les côtés pour protéger les yeux contre les projections métalliques et contre les rayons réfléchis qui peuvent frapper l'œil latéralement.

Ces lunettes devront toujours être personnelles à l'ouvrier. On connaît, en effet, des cas de trachomes transmis par des lunettes.

Contre les gaz toxiques, le système de protection actuel est inexistant. Chaque fois qu'il sera fait usage d'électrodes renommées dangereuses, l'idéal sera de munir l'ouvrier d'un appareil respiratoire analogue à ceux employés par les peintres au pistolet. Quand on disposera d'air comprimé, on emploiera des masques où l'on peut envoyer de l'air comprimé filtré. Mais ces appareils seront sans doute difficilement acceptés par les hommes qui n'y verront qu'une gêne inutile.

On pourrait donc se contenter d'équiper les ateliers et les postes de soudure avec des ventilateurs et des aspirateurs puissants et nombreux. Ce procédé est d'ailleurs en usage dans quelques usines, mais les appareils qui y fonctionnent sont, d'une manière générale, trop faibles et en trop petit nombre.

Ce qu'il faut, c'est munir chaque poste de soudure d'un aspirateur situé le plus bas possible, par rapport aux pièces à souder, afin de capter au maximum les vapeurs lourdes qui stagnent alentour.

Enfin, on a également utilisé en Allemagne, comme antidote des vapeurs nitreuses, les inhalations d'ammoniaque, en munissant les ouvriers de flacons contenant du carbonate d'ammoniaque. Cette méthode nous semble d'une application peu pratique et d'une efficacité discutable. Mieux vaut, à notre sens, l'aspiration des fumées par des appareils puissants et nombreux.

Un danger d'importance secondaire existe encore : celui de brûlures par projection de métal fondu. A ce propos, un tablier de cuir ou d'amiante peut être utile, mais non nécessaire pour les travaux courants. Pour les travaux importants, et surtout pour le découpage, cette protection est indispensable.

II. — HYGIENE COLLECTIVE

Les locaux de travail seront largement aérés et ventilés pour que les gaz de combustion, les vapeurs et les fumées pouvant se dégager au moment de la soudure ne vicient pas l'atmosphère. Ces gaz et fumées seront captés et évacués à l'extérieur par des aspirateurs puissants disposés le plus près possible de l'endroit où s'effectuent les opérations de soudure.

En ce qui concerne cette aspiration générale dans les ateliers, disons qu'elle doit se faire non pas au moyen de gros aspirateurs, toujours peu nombreux, à pavillons orientés verticalement, mais par un système de canalisations multiples munies de pavillons d'aspiration extrêmement nombreux, afin que la poussière n'ait jamais qu'une faible distance à parcourir. Et ces pavillons doivent être horizontaux et le plus rapprochés du sol possible.

Les travaux seront exécutés à l'air libre quand les locaux ne peuvent pas être très bien aérés.

On assurera aux ouvriers occupés au travail de soudure ou de coupage dans des récipients fermés, un renouvellement suffisant de l'air à l'aide de ventilateurs, de manches à air et d'aspirateurs. Les gaz de combustion seront aspirés par un ventilateur puissant, de manière continue, au moyen de prises d'air placées autant que possible, près du fond du récipient.

Pour un travail effectué à l'air libre (démantèlement de navires par exemple), les travailleurs seront placés de façon que les gaz et les vapeurs soient emportés par les mouvements naturels de l'air et éloignés des individus.

Mais ceci ne suffit pas encore : l'ouvrier doit être, en outre, protégé d'une façon réellement effective contre les dommages causés par l'appareil qu'emploient ses voisins.

Chaque soudeur devra donc être entouré de grands écrans peints de couleur sombre, ou, mieux encore, travailler, chaque fois que cela sera possible, dans une cabine individuelle fermée sur trois côtés et dont les panneaux intérieurs seront peints en noir mat, pour absorber la lumière au maximum et éviter la réflexion des rayons lumineux. Le quatrième côté sera fermé par un rideau noir. Il convient de reconnaître cependant que cette méthode exige, pour être prctica-

ble, une excellente ventilation qu'il est sans doute difficile d'obtenir dans ces conditions.

Enfin, en terminant, suggérons qu'il serait souhaitable, dans la mesure du possible, d'envisager l'introduction dans la pratique d'appareils de soudure automatique existant d'ailleurs déjà dans certains pays étrangers et même en France, en quelques endroits encore très rares.

Cette apparition constituerait un progrès important car elle permettrait de prévenir l'éclosion de la plupart des troubles dont l'ensemble constitue « la Maladie des soudeurs à l'arc ».

LEGISLATION

En dépit de la nouveauté de l'arco-soudure, quelques mesures sont déjà prévues dans certains pays relatives à la déclaration et à l'indemnisation des accidents dus à cette branche de l'industrie métallurgique.

En France, la loi exige la déclaration obligatoire des affections oculaires dues aux sources de chaleur et de lumière.

La déclaration de la conjonctivite, de la kératite, de la rétinite, des intoxications zinciques consécutives aux travaux de soudure électrique est également obligatoire aux Pays-Bas, au Japon, en Bulgarie, en Suède, en U.R.S.S. et dans certains états de l'Amérique du Nord.

En ce qui concerne l'U.R.S.S., ce pays réglemente également (arrêté du 13 août 1930), le recrutement des arco-soudeurs et prévoit un examen médical et technique avant l'embauchage.

Les législateurs prévoient aussi la réparation des

cas d'intoxication par les métaux soudés et les gaz dégagés dans la plupart des pays, sauf en Allemagne où seuls le saturnisme et l'intoxication par CO sont indemnisés.

La maladie des soudeurs n'est pas reconnue par la législation actuelle comme maladie professionnelle indemnisable. Pour que le malade ait droit à l'indemnité, il faudrait pouvoir assimiler la maladie à un accident de travail. L'accident de travail, aux termes de la loi exige l'action violente d'une force extérieure. Or, il est impossible d'affirmer que, dans le cas particulier, il y a une violence extérieure, donc impossible de ranger ce cas dans la classe des accidents de travail.

Nous voyons que si la médecine est très en retard quant aux maladies professionnelles des soudeurs, la législation, elle aussi, a du temps perdu à rattraper, puisqu'aucune loi ne prévoit actuellement l'indemnisation des ouvriers soudeurs atteints de maladies imputables à leur profession.

CONCLUSIONS

I. — Il existe actuellement des troubles pathologiques, d'une gravité variable, quelquefois même mortels, qui sont propres à la profession de soudeur à l'arc électrique.

Ces troubles consistent essentiellement :

1° *En lésions oculaires* qui sont, soit des lésions aiguës, à type de kérato-conjonctivites, soit des lésions permanentes à type de sclérites diffuses avec troubles de la fonction visuelle.

Les lésions oculaires aiguës qui se manifestent par des signes physiques et fonctionnels marqués sont comparables à l'ophtalmie électrique, déjà décrite. Elles évoluent dans la règle vers la guérison en un temps variable.

Les lésions oculaires permanentes sont d'une importance variable. Elles vont de l'épisclérite, de pronostic bénin, jusqu'à la sclérite profonde ou à la choroïdite beaucoup plus graves. Nous avons même pu recueillir l'observation d'un sujet qui présentait des lésions rétiniennes.

2° *En phénomènes généraux* comparables à la fièvre des fondeurs et se traduisant par une élévation thermique, de l'asthénie, des troubles digestifs, des signes nerveux, et même parfois des troubles du caractère.

3° *En lésions pulmonaires*, les unes aiguës à type

de broncho-pneumonie, les autres chroniques à type de sclérose ou de lympho-granulomatose maligne.

4° *En lésions endocriniennes* frappant électivement le tissu testiculaire et aboutissant à une altération plus ou moins marquée des fonctions génitales pouvant aller jusqu'à l'impuissance absolue.

II. — Ces troubles sont dus à différents facteurs :

1° Action sur l'ouvrier des matières toxiques produites au cours de la soudure et des radiations émanant de l'arc électrique.

2° Conditions de travail.

ACTION SUR L'OUVRIER DES TOXIQUES ET DES RADIATIONS

La source de dommage la plus importante pour les soudeurs est représentée par les radiations émanant de l'arc électrique ou des parties métalliques fondues.

Ces radiations comprennent soit des rayons visibles, soit des radiations invisibles (I.R., U.V. et X.).

Les I.R. irritent fortement la rétine lorsqu'ils sont absorbés en grande quantité et peuvent même d'après certains auteurs provoquer une cataracte. Leur action peut aussi expliquer les troubles asthéniques constatés parfois chez les soudeurs.

L'action des U.V. est aussi importante. Ces radiations produisent d'abord sur l'œil antérieur des inflammations que dans leur forme extrême nous connaissons sous le nom d'ophtalmie électrique.

Mais ils agissent aussi sur les parois profondes de l'œil et seraient ainsi la cause de lésions choroïdiennes et rétiniennes.

Enfin, les lésions endocriniennes seraient dues vraisemblablement à l'action de doses faibles (voisines de 4 H.) mais répétées de R. X. contenus dans le spectre de l'arc électrique.

Quant aux intoxications, elles semblent être provoquées par la teneur élevée en particules colloïdales

métalliques en suspension dans l'air des ateliers; il s'agit, plus particulièrement, de vapeurs de Mn, ou de Fe dégagées au cours des opérations métallurgiques. Enfin, l'étincelle électrique traversant l'air donne lieu à la formation d'acide nitreux, et la soudure peut dégager des vapeurs d'acroléine.

Conditions de travail. — Ces troubles sont dus en grande partie également aux conditions spéciales de travail et à la négligence ou à l'ignorance des règles de l'hygiène professionnelle par les soudeurs autant que par les employeurs.

a) Le travail peut être dangereux en lui-même et demander des mesures de protection qui sont trop souvent négligées en particulier en ce qui concerne le travail dans des cuves ou des appareils fermés où les gaz de combustion et ceux dégagés par les résidus de substances contenues dans le métal peuvent occasionner de graves dommages.

b) La position de travail peut constituer elle aussi une source de dangers ou de malaises : l'ouvrier étant couché sur le côté, sur le dos ou prenant une position crampée.

c) Le défaut de protection doit être invoqué également, la protection par écrans portatifs actuellement en usage étant insuffisante. L'absence de protection par écrans perfectionnés et cabines isolantes constitue une grave lacune dans l'équipement des ateliers.

d) La température du milieu de travail qui peut être relativement élevée (jusqu'à 35° C. dans des chaudières) jointe au défaut de ventilation peut constituer un agent pathologique appréciable.

III. — Un certain nombre de mesures d'hygiène et de protection sont à envisager :

Actuellement, quelques-unes existent déjà mais sont à renforcer.

Pour l'avenir, d'autres mesures plus efficaces sont à envisager, en se basant sur ce fait qu'il y a peu de chose à faire au point de vue réparation et thérapeutique et que l'action doit être à peu près uniquement prophylactique.

1° Les locaux de travail seront largement aérés et ventilés pour que les gaz et vapeurs ne vicient pas l'atmosphère; on pourra aussi utilement les munir d'appareils captant les vapeurs.

2° Munir les soudeurs d'appareils respiratoires pour les protéger contre les risques d'intoxication possibles.

3° Munir les postes de soudure et surtout les cuves, chaudières, canalisations et tous lieux confinés où l'ouvrier effectue son travail d'appareils d'aspiration puissants destinés à évacuer les fumées et vapeurs. Isoler les postes de tous côtés par des écrans fixes ou mobiles.

4° Modifier les écrans protecteurs en usage en adoptant des casques protégeant mieux, laissant les mains libres et que l'ouvrier n'est pas tenté d'abandonner.

5° Perfectionner les verres protecteurs et lunettes en adoptant systématiquement un verre rouge et vert ayant un pouvoir absorbant total pour les U.V. et presque complet (95 %) pour les I.R. Port de tabliers protecteurs.

6° Mesures de prévention contre les risques d'intoxication par les vapeurs toxiques et surtout éducation du personnel sur les mesures à observer (par tracts, affiches, conférences).

7° Meilleure utilisation et meilleur recrutement du personnel, consistant surtout en *travail discontinu* et en un apprentissage plus sévère et plus poussé qu'il ne l'est à l'heure actuelle. La sécurité du travailleur exigeant et supposant d'abord une instruction professionnelle approfondie.

Enfin, en terminant, suggérons qu'il serait souhaitable, dans la mesure du possible, d'envisager l'introduction dans la technique, d'appareils de soudure automatiques existant d'ailleurs déjà à l'étranger, et qui constitueraient un progrès important en supprimant la plupart des troubles qui réalisent le syndrome de la maladie des Soudeurs.

Vu :

LE DOYEN,
TIFFENEAU.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
BALTHAZARD

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
ROUSSY.

BIBLIOGRAPHIE

- F. MALFINO. — Communication au XII^e Congrès de la Société Italienne de Médecine du Travail, Naples, 24 avril 1937.
- Rassengna di medicina applicata al lavoro industriale Milano XXV; 5 octobre 1937.
- Erik BEINKER. — Manganeinwirkung bei dem elektrischen Lichtbogenschweißen. *Zentralblatt für Gewerbehygien*, octobre 1932.
- F. DE PAPE. — Arcos, 1931-44.
- DRUSKIN-KRASSINSKAJA. — Gigenatruda (teknika bezo-posnosbi, 1935-5.
- TITUS WARREN DRINKER. — *Journal of industrial hygiene*, juillet 1935.
- RUF et BERGDAHL. — Z. anorg. chemie, 19«9.106.
- WILLIAMS. — *Journal of industrial hygiene*, juillet 1935.
- LIPKOVTSCH. — Hygiène de la soudure à l'arc. *Arch. f. Gewerbepath. und gewerbehygien*, 1934-5.
- DEUTSCHMEISTER. — Moscou, Gigena Truda. I-1926.
- GERBIS. — *Zentralblatt für gewerbehygiene*, p. 97, 1928, Berlin.
- HEGELE. — *Mediz. Klinik.*, 26-1929, Berlin.
- HOLTZMANN. — *Zentr. f. Gewerbehygiene*, 233-1928, Berlin.
- SILBER. — Gigena Truda. I-48, 192, Moscou.
- SWARTZ. — Arcos III, 1929, Bruxelles.
- LA BARRE. — Examen biologique de l'atmosphère gazeuse inhalée par le soudeur à l'arc. *Arcos*, 44-1931, Bruxelles.
- ADLER-HERZMARK (cité par Frank WILLIAM, de Washington). — Ein Fall von toedlicher Vergiftung durch nitroese Gase beim Licht-bogenschweissen für Gewerbehygiene, 1926-6.

- DRINKER, P.-P. THOMPSON, R.-M. FINN. — J. L. Metal fume fever. II. Resistance acquired by inhalation of zinc oxide on two successive days. *Ibid.* 9 98. 1927
The Journal of hygiene and toxicology.
- HAMILTON A. — Industrial toxicology. New-York, Harper and brother, 1934, p. 87.
- KOELSCH F. — Metal fever. *The journal of H. and T.*, 5.87.1923.
- LÉONARD G. — L'arc électrique et son application à la soudure.
- STURGIS C.-C., DRINKER P. and THOMPSON R.-M. — Metal fume fever. II. Clinical observation of the effect of experimental inhalation of zinc oxide by two apparently normal persons. *The journal of hygiene and toxicology*, 9.88.1927.
- WIRTSCHAFTER, ZOLTEN F. et Edward-D. SCHWARTZ — In *The Journal of hygiene and toxicology*. Vol. 18, 1936, pp. 158.
- TERRIEN. — Précis d'ophtalmologie.
- ROCHON-DUVIGNEAUD. — Ophtalmologie.
- JAUSION et PAGES. — Les maladies de lumière.
- Em. POZZI-ESCOT. — Traité de physico-chimie.
- KOHN-ABREST. — Toxicologie.
- SCHOOPS. — Hygiène et toxicologie industrielle.
- BEQUEREL. — La Lumière, t. II.
- TERRIEN. — Du pronostic des troubles visuels d'origine électrique.
- NATANSON D.-M. — Harmful effect of ultraviolet rays on lighter electric arc welders. *Sov. Vestnik oftal.*, 6, 223-228, 1935.
- O.-C. NICKUM. — Electric arc Welding electrological factor of aplastic anemia. *Nebraska M. J.*, 19, 347-349, septembre 1934.
- KANDATSU et TASHIRO. — Effect produced in blood by electric welding experimental study. *Bull. Nav. M. A. Japan Abstr. Sect.*, 22.1.2, décembre 1933.
- TOMILOVA (Hachette). — Effect of electric welding on organism. *Sov. vestnik oftal*, 7, 253-255, 1935.
- PLITAS. — Pathologic changes in eyes produced by electric arc light used in welding. *Sovet. Vestnik oftal*, 8, 16 à 35, 1936.

- MILLER. — Ocular changes produced by electric arc light used in welding. *Sovet. vestnik oftal*, 9, 298-305, 1936.
- L.-Y. YAKOBSON. — Effect of electric welding on sexual potency. *Sovet Vrach Gaz.*, pp. 1771-1773, 30 novembre 1935.
- VINOGOROV (Hachette). — Effect of electric welding on eyes of workers. *Sovet Vestnik oftal*, 10, 1935.
- NATVIG. — Zinc fever in workers of bratt foundries. *Nord hyg. vidskr.*, 17, 1936.
- Marcel PINARD. — La fièvre des fondeurs. *Semaine des Hôpitaux*, 1^{er} mars 1937.
- PLITAS. — Ocular changes produced by electric arc light used in welding. *Vestnik oftal*, 10, 1937.
- TOULAUT. — Contribution à l'étude de l'ophtalmie des soudeurs autogènes. *Société d'ophtalmol.*, Paris, 17 avril 1925, et *Annales d'hygiène*, mars 1938.
- VOGT. — Cataracte expérimentale par lésion de la partie antérieure de l'œil provoquée par la lumière. *Schweiz Med. Wohnschr.*, 56, 14 mai 1925.
- Furthes experimental on injury of eye by infra red rays. *Schweiz Med. Wohnschr.*, 56, 17 avril 1926.
- HOLSTEIN. — *Zentralblatt für gewerbehygiene und unfoll werhütung*, octobre 1930.
- LIPKOVITSCH. — Die elektroschweissunge vom gewerbehygienischen stand gun.
- BEINTKER. — Manganeinwirhisng bei den electrikschenlichtbogen schweissen. *Zentralblatt für gewerbehygiene und unfollwerhütung*, octobre 1932.
- CHAVIGNY. — Maladie des soudeurs. *Annales de Médecine légale*, 9 novembre 1937.
- OGIER et KOHN-ABREST. — Chimie toxicologique.
- SCHOOFs. — Hygiène et toxicologie industrielles.
- FABRE et KAHANE. — Etude biochimique des pneumokonioses. *Archives Maladies professionnelles*, janvier 1938.



IMPRIMERIE SPECIALE
DE
MM. VIGOT Frères



